8e JAARGANG
NUMMER 5

MEI
1941

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

Orgaan der Groep Ned.-Indië van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs,
Maandblad gewijd aan de Techniek en Wetenschap in Ned.-Indië,
waarin opgenomen
De Waterstaats-Ingenieur, opgericht in 1913
en
De Mijningenieur, opgericht in 1919
Tevens Orgaan van de Ned. Chemische Vereeniging in Ned.-Indië.

Commissie van Toezicht:
jhr. ir. H. S. van Lennep,
ir. W. Holleman,
ir. C. P. J. Suverkropp.

Commissie van Redactie:
Voorzitter: prof. ir. P. P. Bijlaard;
Leden: ir. G. Meesters, dr. ir. Tan Sin Hok,
ir. E. D. G. Frahm, ir. F. J. H. Davis.

Prijs per jaargang: *f* 20,— Afzonderlijke nummers: *f* 2,—

Redactie-adres (zonder vermelding van persoonsnamen): Huygensweg 22, Bandoeng (Tel. Bd. 2102).
Adres voor administratie en abonnementen: Bragaweg 38, Bandoeng (Tel. Bd. 2568).
Adres voor advertenties: Firma G. Kolff & Co., Batavia-Centrum (Tel. Wl. 3015).

I. ALGEMEEN GEDEELTE.

INHOUD: Nederland zal herrijzen, door P. P. B. — Berekening van den over zijn geheele lengte elastisch ondersteunden, eindig langen balk, door ir. R. Roosseno Soerjohadikoesoemo. — Berekening van een gewapend beton plaat, die aan drie zijden ingeklemd en aan een zijde vrij is, door P. P. B. — *Personalia.* — *Kon. Inst. v. Ingrs.:* Bestuursmededeelingen.

Nederland zal herrijzen.

Reeds een jaar is het geleden, dat Nederland het slachtoffer werd van een zorgvuldig beraamden laaghartigen aanval van zijn grooten buurstaat. Reeds een jaar lang zucht ons Vaderland onder het vijandelijk juk. De Koninklijke Familie heeft, door wijs inzicht geleid, het land verlaten.

Toch is de uitslag van den strijd niet twijfelachtig! Onze krachtige bondgenoot, het Britsche Imperium, beheerscht de wereldzeeën en zal, steeds krachtiger gesteund door het enorme productieapparaat van de Vereenigde Staten van Noord-Amerika, ook weldra het luchtruim beheerschen. Onze eigen oorlogs- en handelsmarine verleent onzen bondgenooten belangrijken steun. Al zal het misschien nog geruimen tijd duren, winnen zullen we en Nederland zal herrijzen!

De klaarblijkelijke onmogelijkheid van een succesvolle overrompeling van het Britsche Rijk in Europa en de steeds krachtiger wordende positie van het Britsche en Nederlandsche Imperium rond den Pacific, doen de kansen op agressie hier hoe langer hoe kleiner worden. Bij de toenemende technische activiteit, die een integreerend onderdeel vormt van deze versterking van onze positie, is voor ons, ingenieurs, een belangrijke en schoone taak weggelegd, waaraan we ons tot het uiterste van onze krachten moeten geven en waaraan we al onze andere belangen ondergeschikt moeten maken. Het is nu de tijd om te laten zien wat we kunnen. Op deze wijze dragen we op de ons meest geëigende wijze bij tot de versterking en veiligstelling van dit gezegende land, tot steun aan onze bondgenooten en tenslotte tot de hulp van een krachtig Indië aan het herrezen Moederland!

P. P. B.

Berekening van den over zijn geheele lengte elastisch ondersteunden, eindig langen balk

door

ir. R. ROOSSENO SOERJOHADIKOESOEMO,

Ingenieur 2de kl. bij den Provincialen Waterstaat te Kediri.

De berekening van den balk op elastischen onderondergrond komt neer op het oplossen van de differentiaalvergelijking:

$$E\,I_x\,w^{IV} = -\,cw + q_x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

indien de elastische lijn voorgesteld wordt door $w = F(x)$.

Bij constanten stijfheidsfactor EI en gelijkmatig verdeelde belasting q is de oplossing betrekkelijk gemakkelijk te vinden. Is de belasting bijv. een puntlast in willekeurigen stand tusschen de uiteinden van den balk, dan heeft men voor het vinden van de functie w acht integratie-constanten noodig, die op hun beurt weer te vinden zijn uit 8 vergelijkingen. Deze vergelijkingen worden verkregen met behulp van de diverse randvoorwaarden.

In de practijk echter vertoont de stijfheidsfactor $E\,I_x$ zoowel als de belasting q_x vaak een grillig verloop, zoodat de exacte oplossing van bovengenoemde vergelijking niet doenlijk is.

Men neemt dan zijn toevlucht tot de grafische methode.

In het navolgende zal door middel van differentievergelijkingen de krachtsverdeeling worden opgespoord.

Hiertoe denkt men zich den balk verdeeld in een eindig aantal deelen (*fig. 1*). De (boven)belasting en de reactie van den ondergrond worden geconcentreerd gedacht in de deelpunten. De elastische lijn $w = F(x)$, verdeeld in de intervallen $\triangle x$, heeft dan in de diverse punten de ordinaten $w_1, w_2, \ldots\ldots\ldots w_s$.

We zullen eerst de afgeleiden van w uitdrukken in de ordinaten $w_{k\ (k\ =\ 1,\ 2,\ \ldots\ s)}$.

Voor den hellingshoek van de raaklijn aan de elastische lijn in punt k geldt de uitdrukking [1]):

$$\left(\frac{dw}{dx}\right)_k \rightarrow \frac{w_{k+1} - w_{k-1}}{2\triangle x}.$$

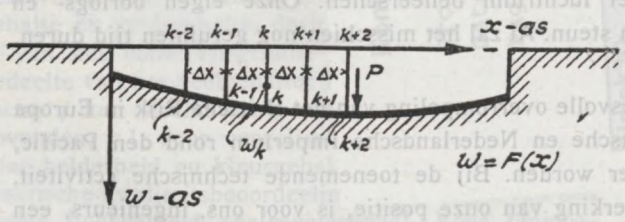


Fig. 1.

De tweede afgeleide:

$$\left(\frac{d^2w}{dx^2}\right)_k \rightarrow \frac{\dfrac{w_{k+1} - w_k}{\triangle x} - \dfrac{w_k - w_{k-1}}{\triangle x}}{\triangle x} = \frac{w_{k+1} - 2\,w_k + w_{k-1}}{\triangle x^2}.$$

Verder is:

$$\left(\frac{d^3w}{dx^3}\right) \rightarrow \frac{\left(\dfrac{d^2w}{dx^2}\right)_{k+1} - \left(\dfrac{d^2w}{dx^2}\right)_{k-1}}{2\triangle x} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{w_{k+2} - 2\,w_{k+1} + w_k - (w_k - 2\,w_{k-1} + w_{k-2})}{2\triangle x^3} =$$

$$= \frac{w_{k+2} - 2\,w_{k+1} + 2\,w_{k-1} - w_{k-2}}{2\triangle x^3}.$$

en:

$$\left(\frac{d^4w}{dx^4}\right)_k \rightarrow \frac{\left(\dfrac{d^2w}{dx^2}\right)_{k+1} - 2\left(\dfrac{d^2w}{dx^2}\right)_k + \left(\dfrac{d^2w}{dx^2}\right)_{k-1}}{\triangle x^2}$$

$$\rightarrow \frac{w_{k+2} - 2\,w_{k+1} + w_k - 2\,(w_{k+1} - 2\,w_k + w_{k-1}) + (w_k - 2\,w_{k-1} + w_{k-2})}{\triangle x^4}$$

$$= \frac{w_{k+2} - 4\,w_{k+1} + 6\,w_k - 4\,w_{k-1} + w_{k-2}}{\triangle x^4}.$$

Neemt men de lengte van het interval $\triangle x$, kortweg $\triangle$ te noemen, als eenheidsmaat voor de lengte aan, dan vereenvoudigen zich de uitdrukkingen tot:

$$\left(\frac{dw}{dx}\right)_k = w_k^{I} \rightarrow \frac{w_{k+1} - w_{k-1}}{2}$$

$$\left(\frac{d^2w}{dx^2}\right)_k = w_k^{II} \rightarrow w_{k+1} - 2\,w_k + w_{k-1}$$

$$\left(\frac{d^3w}{dx^3}\right)_k = w_k^{III} \rightarrow \frac{w_{k+2} - 2\,w_{k+1} + 2\,w_{k-1} - w_{k-2}}{2}$$

$$\left(\frac{d^4w}{dx^4}\right)_k = w_k^{IV} \rightarrow w_{k+2} - 4\,w_{k+1} + 6\,w_k - 4\,w_{k-1} + w_{k-2}.$$

De differentiaalvergelijking (1) toegepast op een deelpunt krijgt dan den vorm:

$$w_{k+2} - 4\,w_{k+1} + 6\,w_k - 4\,w_{k-1} + w_{k-2} = -\frac{c}{E\,I_k}\,w_k + \frac{P_k}{E\,I_k}.$$

Hierin is: $c = b\,.\,k$, als b de breedte van de balk is en k de ballastcoëfficiënt. P_k = de in het deelpunt k geconcentreerd gedachte (boven)belasting; cw_k = de in k geconcentreerd gedachte grondreactie.

1) Beyer: Die Statik im Eisenbetonbau, blz. 680.

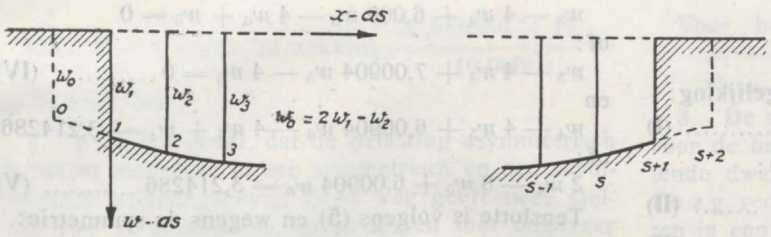


Fig. 2.

Als nu $\frac{c}{E\,I_k} = C_k$ gesteld wordt en de eerste term van het tweede lid naar voren wordt gebracht, is:

$$w_{k+2} - 4\,w_{k+1} + (6 + C_k)\,w_k - 4\,w_{k-1} + w_{k-2} = \frac{P_k}{E\,I_k} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (2)$$

Heeft men den balk verdeeld in s deeltjes, dan kunnen we voor de punten met de rangnummers 3 tot en met $(s-1)$ de vergelijkingen van het type (2) opstellen. Men heeft dan $(s-3)$ vergelijkingen gevonden. Het aantal onbekenden — de ordinaten w — bedraagt $(s+1)$, zoodat we nog 4 vergelijkingen te kort komen.

Om de vergelijkingen, toepasselijk op de deeltjes 2 en s, op te stellen, merken we het volgende op. In het punt *1* (zie *fig. 2*) is het buigend moment nul, zoodat punt *1* als buigpunt is te beschouwen, indien we de elastische lijn verlengd denken. Het denkbeeldige punt *nul* ligt dan poolsymmetrisch t.o.v. punt *2* met *1* als pool.

Men heeft dan de betrekking: $2\,w_1 = w_0 + w_2$ of $w_0 = 2\,w_1 - w_2$.

Vergelijking (2) op punt *2* toegepast geeft:

$$w_0 - 4\,w_1 + (6 + C_2)\,w_2 - 4\,w_3 + w_4 = \frac{P_2}{E\,I_2}, \text{ of:}$$

$$2\,w_1 - w_2 - 4\,w_1 + (6 + C_2)\,w_2 - 4\,w_3 + w_4 = \frac{P_2}{E\,I_2}, \text{ of:}$$

$$-2\,w_1 + (5 + C_2)\,w_2 - 4\,w_3 + w_4 = \frac{P_2}{E\,I_2} \quad \ldots\ (3)$$

Voor het punt s krijgt men op analoge wijze:

$$w_{s-2} - 4\,w_{s-1} + (5 + C_s)\,w_s - 2\,w_{s+1} = \frac{P_s}{E\,I_s} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (4)$$

Van de 4 ontbrekende vergelijkingen hebben we er zoo al twee gevonden.

We beschouwen nu de statische evenwichtsvoorwaarden:

som vert. krachten = 0
som momenten = 0.

De eerste van deze twee voorwaarden in vergelijking uitgedrukt luidt:

$$c\,(\tfrac{1}{2}\,w_1 + w_2 + \ldots\ldots\ldots + w_s + \tfrac{1}{2}\,w_{s+1}) = \Sigma\,P_{1,\,2,\,\ldots\,s+1}$$

$$\tfrac{1}{2}\,w_1 + w_2 + \ldots\ldots\ldots + w_s + \tfrac{1}{2}\,w_{s+1} = \frac{1}{c}\,\Sigma\,P_{1,\,2,\,\ldots\,s+1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (5)$$

De tweede voorwaarde geeft, indien men bijv. het punt i, waar de resultante $\Sigma\,P_{1,\,2,\,\ldots\,s+1}$ werkt, als momentcentrum neemt (na deeling door c):

$$\tfrac{1}{2}\,w_1\,a_{i-1} + w_2\,a_{i-2} \ldots\ldots + w_h\,a_{i-h} - w_j\,a_{i-j} - w_k\,a_{i-k} - \ldots\ldots - w_s\,a_{i-s} - w_{s+1}\,a_{i-(s+1)} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (6)$$

a_{i-2} stelt o.a. voor den afstand van punt *2* tot punt i.

Als resultaat krijgen we dus een stelsel van $s+1$ vergelijkingen met $s+1$ onbekenden, waaruit de termen w berekend kunnen worden.

Hiermee is in principe het vraagstuk opgelost.

Na de termen w te hebben gevonden, volgt de berekening van M_k en D_k:

$$M_k = -E\,I_k\,w^{II} = -E\,I_k\,(w_{k+1} - 2\,w_k + w_{k-1}) \quad \ldots\ldots\ldots\ (7)$$

$$D_k = -E\,I_k\,w^{III} = -E\,I_k\,\frac{w_{k+2} - 2\,w_{k+1} + 2\,w_{k-1} - w_{k-2}}{2} \quad \ldots\ (8)$$

Uit de zakkingen w kunnen ook de reacties worden berekend, waarna langs den gebruikelijken weg momenten en dwarskrachtenlijn berekend kunnen worden. Men bezit dan een zekere contrôle.

Rekenvoorbeeld.

(Zie K l o p p e r, Deel III blz. 156).

Een balk lang 1,50 m is 25 cm breed en 15 cm hoog. Hij wordt in het midden belast door een last van 1 ton (*fig. 3*). $E = 100$ t/cm². $EI =$ ca 70 t m². De ballastcoëfficiënt $k = 5$ kg/cm³; $c = bk = 125$ kg/cm². We verdeelen den balk in 10 stukken van 15 cm. Als lengteëenheid nemen we $\triangle = 15$ cm, zoodat 1 m $= \frac{20}{3}\,\triangle$.

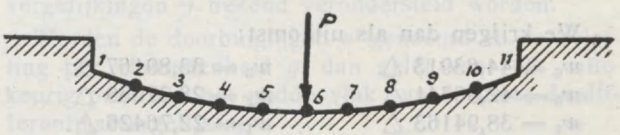


Fig. 3.

We herleiden eerst de diverse grootheden in de nieuwe eenheid.

$$EI = 70\text{ t m}^2 = 70 \times \frac{400}{9}\text{ t}\,\triangle^2 = 3111{,}1\text{ t}\,\triangle^2.$$

$$c = 125\text{ kg/cm}^2 = 1\,250\text{ t/m}^2 = 28{,}125\text{ t/}\triangle^2.$$

$$C = \frac{28{,}125}{3\,111}\,\triangle^{-4} = 0{,}00904\,\triangle^{-4}.$$

Formules (2), (3), (4) en (5) kunnen we nu toepassen; wegens de symmetrie vervalt (6). Voor het gemak nemen we eerst $P_6 = 10\,000$ ton.

Dan is $\frac{P_6}{EI} = \frac{10\,000}{3\,111{,}1}\,\triangle^{-2} = 3{,}214286\,\triangle^{-2}$.

en $\frac{P_6}{c} = \frac{10\,000}{28{,}125}\,\triangle^2 = 355{,}55556\,\triangle^2$.

Voor punt *2* geldt nu volgens (**3**) de vergelijking:

$-2\,w_1 + 5{,}00904\,w_2 - 4\,w_3 + w_4 = 0$ ..... **(I)**

Voor de punten *3* en *4* geldt volgens (**2**):

$w_1 - 4\,w_2 + 6{,}00904\,w_3 - 4\,w_4 + w_5 = 0$ ..... **(II)**

$w_2 - 4\,w_3 + 6{,}00904\,w_4 - 4\,w_5 + w_6 = 0$ ..... **(III)**

Verder behoeven wegens de symmetrie nog alleen de punten *5* en *6* te worden beschouwd. Daar $w_7 = w_5$ en $w_8 = w_4$ geldt daarvoor volgens (**2**) resp.:

$w_3 - 4\,w_4 + 6{,}009\,w_5 - 4\,w_6 + w_5 = 0$

of:

$w_3 - 4\,w_4 + 7{,}00904\,w_5 - 4\,w_6 = 0$ ..... **(IV)**

en

$w_4 - 4\,w_5 + 6{,}00904\,w_6 - 4\,w_5 + w_4 = 3{,}214286$

of:

$2\,w_4 - 8\,w_5 + 6{,}00904\,w_6 = 3{,}214286$ ..... **(V)**

Tenslotte is volgens (**5**) en wegens de symmetrie:

$w_1 + 2\,w_2 + 2\,w_3 + 2\,w_4 + 2\,w_5 + w_6 = 355{,}55556$ ..... **(VI)**

Het stelsel vergelijkingen wordt bij uitwerking achtereenvolgens:

w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	2de lid
— 2	+ 5,00904	— 4	+ 1			0
+ 1	— 4	+ 6,00904	— 4	+ 1		0
	+ 1	— 4	+ 6,00904	— 4	+ 1	0
		+ 1	— 4	+ 7,00904	— 4	0
			+ 2	— 8	+ 6,00904	3,214286
+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 1	355,55556
	— 2,99096	+ 8,01808	— 7	+ 2		0
	+ 1	— 4	+ 6,00904	— 4	+ 1	0
		+ 1	— 4	+ 7,00904	— 4	0
			+ 2	— 8	+ 6,00904	3,214286
	+ 6	— 4,00904	+ 6	+ 1	+ 1	355,55556
		— 3,94576	+ 10,97280	— 9,96384	+ 2,99096	0
		+ 1	— 4	+ 7,00904	— 4	0
			+ 2	— 8	+ 6,00904	3,214286
		+ 19,99096	— 30,05424	+ 25	— 5	355,55556
			— 4,81024	+ 17,69215	— 12,79208	0
			+ 2	— 8	+ 6,00904	3,214286
			+ 49,9096	— 115,11744	+ 74,96384	355,56
				— 0,64396	+ 0,69035	3,214286
				+ 68,45097	— 57,76292	355,55556
					+ 15,61915	697,2257

We krijgen dan als uitkomst:

$w_6 = 44{,}63913\,\triangle$ $\quad w_3 = 33{,}89167\,\triangle$

$w_5 = 42{,}86341\,\triangle$ $\quad w_2 = 28{,}37939\,\triangle$

$w_4 = 38{,}94163\,\triangle$ $\quad w_1 = 22{,}76426\,\triangle$.

Deze ordinaten zijn 10 000 maal te groot. Voor omzetting in cm zijn de getallen, indien geldend voor $P = 1$ t, te vermenigvuldigen met $\frac{15}{10\,000}$.

De maximale zakking bedraagt dus $0{,}001\,5 \times 44{,}63913$ cm $= 0{,}067$ cm, hetgeen aardig klopt, want Klopper vindt 0,066 cm.

Volgens formule (**7**) vinden we voor het buigend moment in het midden:

$$M_6 = -EI\,(w_5 - 2\,w_6 + w_7) = 2\,EI\,(w_6 - w_5) = 2 \times 3111{,}1 \times \frac{44{,}63913 - 42{,}86341}{10\,000}\ \text{t.}\ \triangle =$$

$= 1{,}10489$ t . $\triangle = 165{,}733$ *kgm.*

Klopper vindt een uitkomst van *168 kgm.*

De volledige momentenlijn kan dan worden geteekend als een vloeiende kromme, die gaat door de diverse bekende momentwaarden in de punten *1, 2,* enz.

Op analoge manier is de dwarskrachtenlijn te vinden.

Het is duidelijk, dat naarmate men het aantal deelpunten kleiner kiest, de uitkomsten voor het moment meer te klein worden t.o.v. de exacte waarde.

Opmerkingen.

1. Indien in het behandelde rekenvoorbeeld de stijfheidsfactor oneindig groot wordt, nadert de waarde van C_k in (**2**) tot nul. In het stelsel van vergelijkingen worden de coëfficiënten 5,00904, 6,00904 en 7,00904 resp. 5,——, 6,—— en 7,——, terwijl de term 3,214286 in het tweede lid van de 5de vergelijking nul wordt. Beschouwt men dan de vergelijkingen die nul als tweede lid hebben, dan blijkt, dat de som der coëfficiënten der onbekenden nul is, waaruit geconcludeerd wordt, dat $w_1 = w_2 = w_3$ enz. $=$ $= 355{,}55556 : 10 = 35{,}555556\,\triangle$ (voor $P = 10\,000$ ton).

Voor $P = 1$ wordt de zakking $\frac{35{,}555556 \times 15}{10\,000} =$

$= 0{,}05333$ cm.

2. Voor het geval, dat de belasting asymmetrisch is, splitst men deze in een symmetrisch en een asymmetrisch belastingsgeval. Deze weg geeft twee stelsels van vergelijkingen op te lossen met ongeveer $\frac{1}{2}\,s$ onbekenden. Hetgeen eenvoudiger is dan s vergelijkingen met s onbekenden.

Voor het symmetrische belastingsgeval geldt: $w_1 = w_{s+1}$; $w_2 = w_s$; enz.

Voor het asymmetrische belastingsgeval geldt: $w_1 = -w_{s+1}$; $w_2 = -w_s$; enz., terwijl $w_{\text{midden}} = 0$.

3. De methode kan met voordeel worden gebruikt voor de berekening van de momenten in lastverdeelende dwarsdragers bij profielijzeren liggerbruggen. De z.g. reductiecoëfficiënt voor de maximum momenten in een ligger is dan ook te berekenen.

4. Voor het geval, dat de puntlast P niet samenvalt met punt k, maar op een afstand $u \triangle$ rechts van k ligt, heeft men den last te splitsen in:

$$P_k = (1 - u)\,P \quad \text{en} \quad P_{k+1} = u\,P.$$

Berekening van een gewapend beton plaat, die aan drie zijden ingeklemd en aan een zijde vrij is.

In het voorgaande artikel van ir. R. Roossenо wordt een voorbeeld gegeven van de berekening van een ligger met behulp van differentievergelijkingen. Het zal waarschijnlijk voor enkele lezers wel van belang zijn, dat we in aansluiting hierop eens een voorbeeld geven van de toepassing van differentievergelijkingen bij de berekening van platen.

Eenigen tijd geleden moest een groot aantal rechthoekige platen berekend worden, waarvan de verhouding tusschen de zijden op 2 werd gesteld en die — wegens doorloopen over de betreffende draagbalken en symmetrie van de belasting — aan drie zijden volledig waren ingeklemd en aan een zijde geheel vrij (*fig. 1*). Een dergelijke plaat kan beschouwd worden als de helft van een aan vier zijden ingeklemde vierkante plaat volgens *fig. 2*, waarbij alleen het in de middendoorsnede werkende doch betrekkelijk kleine middenmoment komt te vervallen. Het was daarom te verwachten dat, bij de gekozen verhouding tusschen de zijden, de inklemmingsmomenten niet veel zouden verschillen van die voor de aan vier zijden ingeklemde vierkante plaat, dus langs de zijden $R\,S$ niet veel grooter zouden zijn dan langs de zijde $R\,R$, hetgeen natuurlijk een constructief voordeel oplevert.

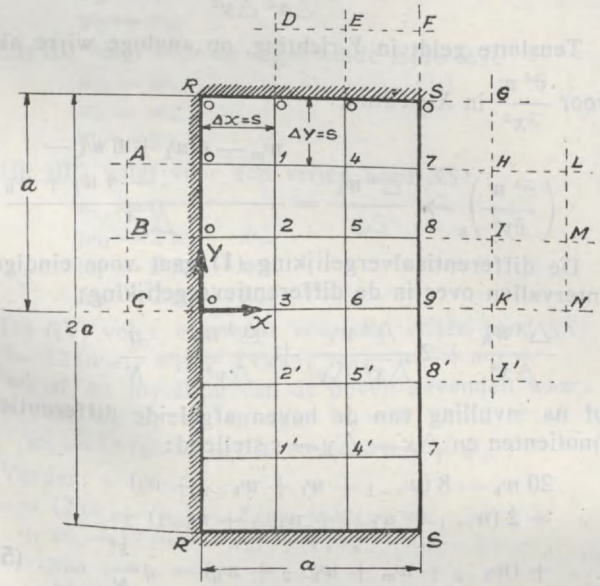


Fig. 1.

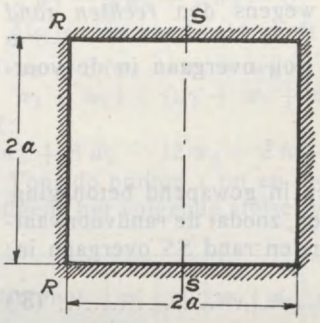


Fig. 2.

In verband met het groote aantal platen zou een benaderende berekening, waarbij men toch aan den veiligen kant moet blijven, niet tot een economische oplossing hebben geleid. Over het werkelijke momentenverloop bij deze randvoorwaarden en de hier aan te nemen gelijkmatige volle belasting zijn echter in de literatuur geen gegevens te vinden. Voor een dergelijk concreet geval, met een bepaalde verhouding tusschen de zijden, leidt nu een oplossing met behulp van differentievergelijkingen, waartoe we dan ook onze toevlucht namen, wel het vlugst tot het doel.

Alvorens de berekening te geven, zullen de gebruikte differentievergelijkingen in het kort worden afgeleid, waarbij de voor de plaat geldende differentiaalvergelijkingen [1]) bekend verondersteld worden.

Worden de doorbuigingen w genoemd en de belasting per vlakteëenheid q, dan geldt voor elk willekeurig punt van het middenvlak van de plaat de differentiaalvergelijking:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\,\frac{\partial^4 w}{\partial x^2\,\partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{N} \qquad \text{(1)}$$

waarin $N = \dfrac{m^2}{m^2 - 1}\,E\,I$ en $I = \dfrac{h^3}{12}$.

Hierin stelt h de dikte van de plaat voor.

De randvoorwaarden voor de *ingeklemde zijden* $R\,R$ en $R\,S$ luiden resp.:

$$\frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad \text{en} \quad \frac{\partial w}{\partial y} = 0 \qquad \text{(2)}$$

terwijl bovendien $w = 0$ is.

Bij den *vrijen rand* $S\,S$ is het moment $M_x = 0$, dus

$$M_x = -N\left\{\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{1}{m}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right\} = 0 \qquad \text{(3)}$$

1) Klopper, deel II, 2e druk, blz. 303 e.v. Nadai, Elastische Platten.

Verder zijn hier de dwarskrachten D_{xz} en de wringmomenten t_{xy} nul, dus ook de als gevolg daarvan ontstaan te denken aequivalente verticale oplegdrukken:

$$A_{xz} = -D_{xz} - \frac{\partial t_{xy}}{\partial y} = 0$$

of:

$$A_{xz} = +N\left\{\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x\,\partial y^2}\right\} - \frac{\partial}{\partial y}\left\{-N\frac{m-1}{m}\cdot\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y}\right\} =$$

$$= N\left\{\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{2m-1}{m}\frac{\partial^3 w}{\partial x\,\partial y^2}\right\} = 0 \quad \ldots (4)$$

Terloops zij opgemerkt, dat indien de rand *SS vrij opgelegd* was, voorwaarde (3) zou blijven gelden, terwijl in plaats van (4) de voorwaarde $w = 0$ zou treden. Verder zou dan wegens den *rechten rand* $\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0$ zijn, zoodat (3) zou overgaan in de voorwaarde $\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0$.

Waar het hier om platen in gewapend beton ging, kon $m = \infty$ gesteld worden, zoodat de randvoorwaarden (3) en (4) voor den vrijen rand *SS* overgaan in:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0 \quad \ldots\ldots (3')$$

en:

$$\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + 2\frac{\partial^3 w}{\partial x\,\partial y^2} = 0 \quad \ldots\ldots (4')$$

De differentiaalvergelijking (1) en de randvoorwaarden (2), (3') en (4') kunnen nu als differentievergelijkingen geschreven worden [2]), waartoe de plaat door twee systemen, evenwijdig aan de zijden en op gelijke afstanden $\triangle x$ en $\triangle y$ gelegen lijnen, verdeeld wordt. Wordt nu een willekeurig punt k beschouwd (*fig. 3*), dan geldt daarvoor, op dezelfde wijze als in het bovenstaand artikel voor een ligger werd afgeleid:

$$\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle w_k}{\triangle x} = \frac{w_{k+1} - w_{k-1}}{2\triangle x}$$

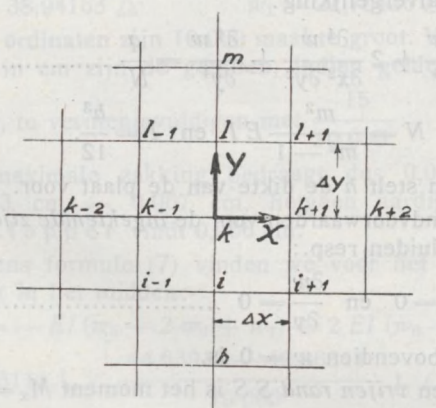


Fig. 3.

2) Marcus. Die Theorie elastischer Gewebe. Beyer. Die Statik im Eisenbetonbau, deel II.

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle^2 w_k}{\triangle x^2} = \frac{w_{k+1} - 2w_k + w_{k-1}}{\triangle x^2}$$

$$\left(\frac{\partial^3 w}{\partial x^3}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle^3 w_k}{\triangle x^3} = \frac{w_{k+2} - 2w_{k+1} + 2w_{k-1} - w_{k-2}}{2\triangle x^3}$$

$$\left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle^4 w_k}{\triangle x^4} = \frac{w_{k+2} - 4w_{k+1} + 6w_k - 4w_{k-1} + w_{k-2}}{\triangle x^4}$$

Verder geldt in *Y*-richting op gelijke wijze:

$$\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle w_k}{\triangle y} = \frac{w_l - w_i}{2\triangle y}$$

$$\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle^2 w_k}{\triangle y^2} = \frac{w_l - 2w_k + w_i}{\triangle y^2}.$$

Uit de laatste vergelijking volgt dan:

$$\left(\frac{\partial^3 w}{\partial x\,\partial y^2}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle^3 w_k}{\triangle x\,\triangle y^2} = \frac{\triangle}{\triangle x}\cdot\frac{\triangle^2 w_k}{\triangle y^2} = \frac{\frac{\triangle^2 w_{k+1}}{\triangle y^2} - \frac{\triangle^2 w_{k-1}}{\triangle y^2}}{2\triangle x} =$$

$$= \frac{(w_{l+1} - 2w_{k+1} + w_{i+1}) - (w_{l-1} - 2w_{k-1} + w_{i-1})}{2\triangle x\,\triangle y^2}$$

en:

$$\left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^2\,\partial y^2}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle^4 w_k}{\triangle x^2\,\triangle y^2} = \frac{\triangle^2}{\triangle x^2}\cdot\frac{\triangle^2 w_k}{\triangle y^2} = \frac{\frac{\triangle^2 w_{k+1}}{\triangle y^2} - 2\frac{\triangle^2 w_k}{\triangle y^2} + \frac{\triangle^2 w_{k-1}}{\triangle y^2}}{\triangle x^2} =$$

$$= \frac{w_{l+1} - 2w_{k+1} + w_{i+1} - 2(w_l - 2w_k + w_i) + w_{l-1} - 2w_{k-1} + w_{i-1}}{\triangle x^2\,\triangle y^2} =$$

$$= \frac{4w_k - 2(w_{k+1} + w_{k-1} + w_l + w_i) + (w_{l+1} + w_{i+1} + w_{l-1} + w_{i-1})}{\triangle x^2\,\triangle y^2}.$$

Tenslotte geldt in *Y*-richting, op analoge wijze als voor $\frac{\partial^4 w}{\partial x^4}$ in *X*-richting:

$$\left(\frac{\partial^4 w}{\partial y^4}\right)_k \rightarrow \frac{\triangle^4 w_k}{\triangle y^4} = \frac{w_m - 4w_l + 6w_k - 4w_i + w_h}{\triangle y^4}.$$

De differentiaalvergelijking (1) gaat voor eindige intervallen over in de differentievergelijking:

$$\frac{\triangle^4 w_k}{\triangle x^4} + 2\frac{\triangle^4 w_k}{\triangle x^2\,\triangle y^2} + \frac{\triangle^4 w_k}{\triangle y^4} = \frac{q}{N},$$

of na invulling van de boven afgeleide differentiequotienten en $\triangle x = \triangle y = s$ stellend:

$$20w_k - 8(w_{k-1} + w_l + w_{k+1} + w_i) + 2(w_{i-1} + w_{l-1} + w_{l+1} + w_{i+1}) + (w_{k-2} + w_m + w_{k+2} + w_h) = q\frac{s^4}{N} \quad \ldots\ldots (5)$$

De randvoorwaarden (2) voor de *ingeklemde zijden* luiden, na omvorming van de differentiaalquotienten in differentiequotienten en uitdrukking van de laatste in de zakkingen w, resp.:

$$w_{k-1} = w_{k+1} \quad \text{(I)}$$

en $$w_1 = w_i \quad \text{(II)}$$

De randvoorwaarden (3') en (4') voor den *vrijen rand* worden na deze bewerkingen resp.:

$$w_{k+1} = 2\,w_k - w_{k-1} \quad \text{(III)}$$

en:

$$6\,(w_{k+1} - w_{k-1}) + 2\,(w_{i-1} + w_{1-1} - w_{1+1} - w_{i+1}) + w_{k-2} - w_{k+2} = 0.$$

Na invulling van (III) in deze laatste vergelijking volgt:

$$w_{k+2} = 12\,(w_k - w_{k-1}) + 2\,(w_{i-1} + w_{1-1} - w_{1+1} - w_{i+1}) + w_{k-2} \quad \text{(IV)}$$

We gaan nu de vergelijking (5) en de randvoorwaarden (I) tot en met (IV) invullen voor de verschillende knooppunten van het over de plaat in *fig. 1* gedachte net, waarvan de maaswijdte $s = \frac{1}{3}\,a$ is. Waar de zakkingen w_0 van de punten *0* langs de ingeklemde zijden nul zijn, zijn wegens de symmetrie t.o.v. de X-as nog alleen de zakkingen van de punten *1* tot en met *9* als onbekend te beschouwen, totaal dus *9* onbekenden. Nu kan ook voor elk dezer laatstgenoemde punten de differentievergelijking (5) worden opgesteld, zoodat er ook 9 vergelijkingen beschikbaar zijn. In deze vergelijkingen zullen wel is waar ook de zakkingen voorkomen van de buiten de plaat gelegen fictieve punten A tot en met N, maar deze kunnen met behulp van de randvoorwaarden (I) tot en met (IV) in de zakkingen van de punten *1* tot en met *9* worden uitgedrukt. Het elastische vlak van de plaat kan n.l. buiten de randen voortgezet gedacht worden. Wordt ook de gelijkmatige belasting q daar aanwezig gedacht, dan geldt de vergelijking (5) ook voor de buiten de plaat gelegen netpunten.

Uit de randvoorwaarde (I) volgt nu voor de ingeklemde zijde *RR*:

$$w_A = w_1.$$
$$w_B = w_2.$$
$$w_C = w_3.$$

Uit (II) volgt voor de ingeklemde zijde *RS*:

$$w_D = w_1.$$
$$w_E = w_4.$$
$$w_F = w_7.$$

Uit (III) volgt voor den vrijen rand *SS*:

$$w_G = 0.$$
$$w_H = 2\,w_7 - w_4.$$
$$w_I = 2\,w_8 - w_5.$$
$$w_K = 2\,w_9 - w_6.$$

Uit (IV) volgt, eveneens voor den vrijen rand *SS*:

$w_L = 12\,(w_7 - w_4) + 2\,(w_5 + w_0 - w_G - w_I) + w_1$ of, na invulling van de boven gevonden waarden voor w_G en w_I en daar $w_0 = 0$:

$$w_L = 12\,(w_7 - w_4) + 4\,(w_5 - w_8) + w_1.$$

Verder:

$w_M = 12\,(w_8 - w_5) + 2\,(w_6 + w_4 - w_H - w_K) + w_2 = 12\,(w_8 - w_5) + 4\,(w_4 + w_6 - w_7 - w_9) + w_2.$

$w_N = 12\,(w_9 - w_6) + 8\,(w_5 - w_8) + w_3.$

Hiermee zijn dus de zakkingen van de fictieve punten A tot en met N in die van de punten *1* tot en met *9* uitgedrukt.

Wordt in verg. (5) $q\,\frac{s^4}{N} = q\,\frac{a^4}{81\,N} = Q$ gesteld, dan volgt daaruit voor het netpunt *1*:

$20\,w_1 - 8\,(w_0 + w_0 + w_4 + w_2) + 2\,(w_0 + w_0 + w_0 + w_5) + (w_A + w_D + w_7 + w_3) = Q$

of, uitgedrukt in de zakkingen van de punten *1* tot en met *9*:

$$22\,w_1 - 8\,w_2 + w_3 - 8\,w_4 + 2\,w_5 + w_7 = Q.$$

Voor netpunt 5 geeft verg. (5) bijv.:

$20\,w_5 - 8\,(w_2 + w_4 + w_8 + w_6) + 2\,(w_3 + w_1 + w_7 + w_9) + (w_0 + w_0 + w_I + w_{5'}) = Q$

of:

$$2\,w_1 - 8\,w_2 + 2\,w_3 - 8\,w_4 + 20\,w_5 - 8\,w_6 + 2\,w_7 - 6\,w_8 + 2\,w_9 = Q.$$

Als laatste voorbeeld geeft netpunt *9*:

$20\,w_9 - 8\,(w_6 + w_8 + w_K + w_{8'}) + 2\,(w_{5'} + w_5 + w_I + w_{I'}) + (w_3 + w_7 + w_N + w_{7'}) = Q$

of:

$$2\,w_3 + 8\,w_5 - 12\,w_6 + 2\,w_7 - 16\,w_8 + 16\,w_9 = Q.$$

Voor de punten *1* tot en met *9* werd zoo achtereenvolgens het volgende stelsel vergelijkingen gevonden:

Netpunt	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9	Q
1	22	−8	1	−8	2		1			1
2	−8	22	−8	2	−8	2		1		1
3	2	−16	21		4	−8			1	1
4	−8	2		20	−8	1	−6	2		1
5	2	−8	2	−8	20	−8	2	−6	2	1
6		4	−8	2	−16	19		4	−6	1
7	2			−12	4		17	−8	1	1
8		2		4	−12	4	−8	17	−8	1
9			2		8	−12	2	−16	16	1

De oplossing van een dergelijk groot aantal vergelijkingen geschiedt het eenvoudigst door eerst een benaderingsoplossing te zoeken en deze door iteratie te verbeteren. Hiertoe werd het verloop van de doorbuigingen in Y-richting aangenomen als bij een gelijkmatig belasten ingeklemden balk, terwijl het verloop in X-richting op het gezicht werd aangenomen. Ter bepaling van de schaal werd de doorbuiging in punt *9* gelijk genomen aan die voor een alleen in de zijden RS ingeklemde en overigens vrije plaat, dus gelijk aan:

$$w_9 = \frac{q\,(2a)^4}{384\,N} = q\,\frac{a^4}{24\,N} = 3{,}375\,Q.$$

De zoo verkregen waarden voor w_1 ..... w_9 werden ingevuld in de eerste leden van de 9 vergelijkingen. In ieder geval moet de som dezer 9 eerste leden 9 Q bedragen, hetgeen, als deze som in werkelijkheid $\alpha\,Q$ blijkt te zijn, direct te bereiken is door vermenigvuldiging van alle zakkingen w met $\frac{9}{\alpha}$. Dit gedaan zijnde werd de oplossing door opvolgende iteratie verbeterd. Na eenige herhaling werd gevonden:

$w_1 = 0{,}354\,Q$, $w_2 = 0{,}730\,Q$, $w_3 = 0{,}870\,Q$,
$w_4 = 0{,}744\,Q$, $w_5 = 1{,}567\,Q$, $w_6 = 1{,}879\,Q$,
$w_7 = 1{,}047\,Q$, $w_8 = 2{,}197\,Q$, $w_9 = 2{,}646\,Q$.

Invulling van deze waarden in de eerste leden van de vergelijkingen geeft daarvoor resp.:

1,05 Q, 1,17 Q, 1,18 Q, 0,96 Q, 1,17 Q, 0,99 Q, 0,92 Q, 0,95 Q en 1,01 Q.

Dit wil dus zeggen, dat het door deze w-waarden bepaalde elastische vlak eigenlijk behoort bij belastingen in de netpunten *1, 2, 3,* enz. die resp. 1,05, 1,17, 1,18, enz. maal zoo groot zijn als die, welke optreden bij een volbelasting q, dus resp. 1,05 $q\,s^2$, 1,17 $q\,s^2$, 1,18 $q\,s^2$, enz. bedragen. In verband met het beoogde doel was hiermee reeds een voldoende nauwkeurige oplossing verkregen. Het staat natuurlijk een ieder vrij deze door verdere iteratie nog verder te verbeteren.

De momenten in de plaat zijn nu voor een punt k, daar $m = \infty$ gesteld kan worden:

$$\left.\begin{aligned} M_{xk} &= -N\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right)_k \rightarrow -\frac{N}{s^2}(w_{k+1} - 2\,w_k + w_{k-1}) \\ M_{yk} &= -N\left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right)_k \rightarrow -\frac{N}{s^2}(w_l - 2\,w_k + w_i) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (6)$$

Voor het inklemmingsmoment in het midden van de lange zijde volgt dus:

$$M_{xi} = -\frac{N}{s^2}(w_3 + w_c) = -2\frac{N}{s^2}w_3 =$$
$$= -2\frac{N}{s^2}\cdot 0{,}870\cdot Q = -2\frac{N}{s^2}\cdot 0{,}870\cdot q\frac{s^4}{N} =$$
$$= -1{,}74\,q\,s^2 = -0{,}193\,q\,a^2.$$

Het inklemmingsmoment aan het einde van de korte zijden is:

$$M_{yi} = -2\frac{N}{s^2}w_7 = -2{,}094\,q\,s^2 = -0{,}233\,q\,a^2.$$

Het veldmoment in het midden van de vrije rand is:

$$M_{ym} = -\frac{N}{s^2}(w_8 - 2\,w_9 + w_{8'}) =$$
$$= 0{,}898\;q\,s^2 = 0{,}100\;q\,a^2.$$

De maximale inklemmingsmomenten langs de zijden RR en RS verschillen dus inderdaad niet veel. Ter vergelijking zij opgemerkt dat voor de vierkante plaat in *fig. 2* de maximale inklemmingsmomenten [3]) — 0,0530 $q\,l^2 = -0{,}212\;q\,a^2$ bedragen. Door het wegvallen van het middenmoment is dus het inklemmingsmoment in S 10% grooter en dat in het midden van RR 10% kleiner geworden. Voor het middenmoment in een ingeklemde vierkante plaat vonden we vroeger [3]) 0,018 $q\,l^2 = 0{,}072\;q\,a^2$. Het wegvallen van het middenmoment M_x bij de plaat in *fig. 1* heeft dus het maximale middenmoment M_y daar met (0,100 — 0,072) $q\,a^2 = 0{,}028\;q\,a^2$, dus met 40%, doen toenemen.

Met behulp van verg. (6) zijn ook de momenten M_x en M_y in de andere netpunten berekend. In *fig. 4* zijn deze momenten grafisch voorgesteld en bijgeschreven.

Ter berekening van de ondersteunende liggers kunnen, indien men niet met een grove benadering wil volstaan, ook de oplegdrukken langs de zijden RR en RS bepaald worden. Bij ingeklemde randen zijn de wringmomenten nul, zoodat bijv. voor *zijde RR:*

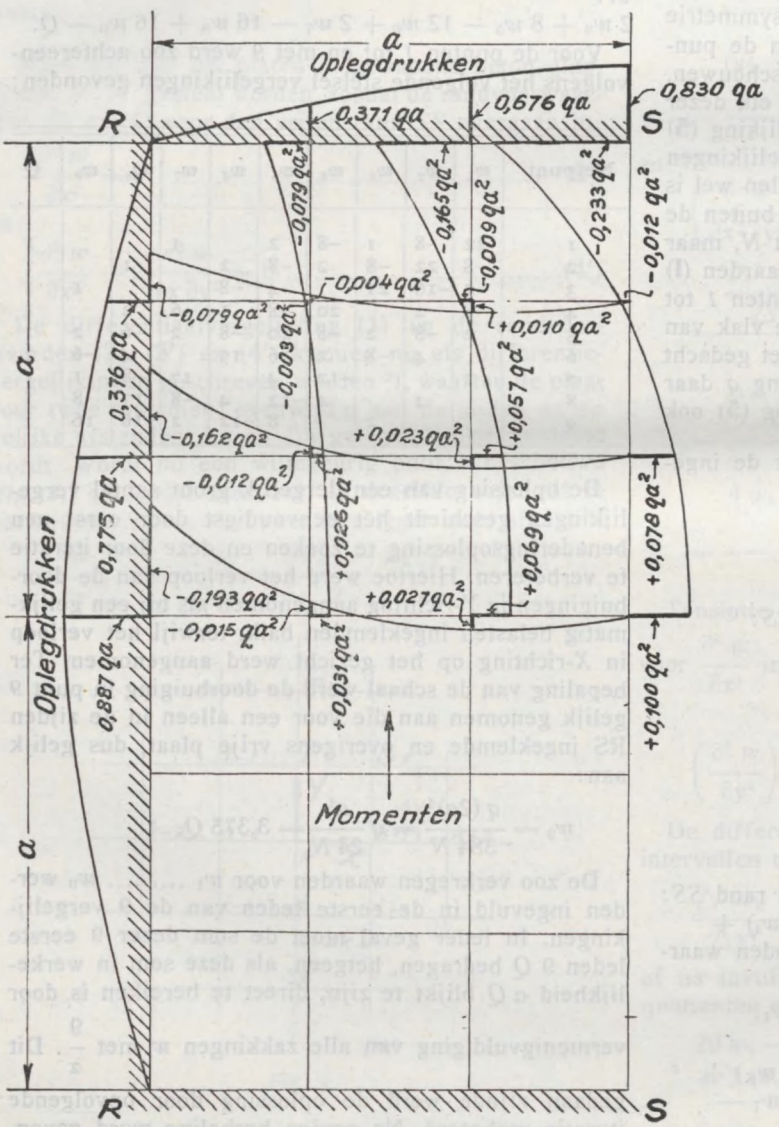


Fig. 4.

3) B i j l a a r d. *De Ingenieur.* No. 23 — 1935.

B i j l a a r d. *De Ingenieur in Ned.-Indië* No. 12 — 1935.

$$A_{xz} = D_{xz} = -N\left\{\frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 w}{\partial x\,\partial y^2}\right\}.$$

Daar de wringmomenten $t_{xy} = -N\frac{m-1}{m}\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y}$ nul zijn, dus, zooals trouwens direct is in te zien, $\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y} = 0$ is langs den geheelen rand *RR*, is daar ook $\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x\,\partial y}\right) = \frac{\partial^3 w}{\partial x\,\partial y^2} = 0$, zoodat:

$$A_{xz} = -N\frac{\partial^3 w}{\partial x^3},$$

of volgens het voorgaande:

$$A_{xzk} = -\frac{N}{2\,s^3}(w_{k+2} - 2\,w_{k+1} + 2\,w_{k-1} - w_{k-2}).$$

Uit verg. (5) volgt voor een randpunt, waar $w_m = w_l = w_k = w_i = w_h = 0$ is, terwijl volgens voorwaarde (I) $w_{l-1} = w_{l+1}$, $w_{k-1} = w_{k+1}$ en $w_{i-1} = w_{i+1}$ is:

$$w_{k-2} = q\frac{s^4}{N} + 16\,w_{k+1} - 4\,(w_{l+1} + w_{i+1}) - w_{k+2},$$

zoodat:

$$A_{xzk} = -\frac{N}{2\,s^3}(w_{k+2} - w_{k-2}) = \frac{N}{2\,s^3}\left\{16\,w_{k+1} - 4\,(w_{l+1} + w_{i+1}) - 2\,w_{k+2} + Q\right\}.$$

Op gelijke wijze wordt voor *rand RS:*

$$A_{yzk} = \frac{N}{2\,s^3}\left\{16\,w_i - 4\,(w_{i-1} + w_{i+1}) - 2\,w_h + Q\right\}.$$

Volgens deze vergelijkingen is bijv. in het midden van de lange zijde *RR:*

$$A_{xz} = \frac{N}{2\,s^3}\left\{16\,w_3 - 4\,(w_2 + w_{2'}) - 2\,w_6 + Q\right\} = \frac{N}{2\,s^3}\cdot 5{,}322\,Q = 2{,}661\,qs = \underline{0{,}887\,qa.}$$

Aan het uiteinde *S* van de korte zijde *RS* is:

$$A_{yz} = \frac{N}{2\,s^3}\left\{16\,w_7 - 4\,(w_4 + w_{II}) - 2\,w_8 + Q\right\} = \underline{0{,}830\,qa.}$$

In *fig. 4* zijn ook de voor de andere randpunten op gelijke wijze berekende oplegdrukken bijgeschreven. Voor den halven rand *RR* is de totale oplegdruk:

$$(\tfrac{1}{2}\cdot 0{,}887 + 0{,}775 + 0{,}376)\,qa\cdot\frac{a}{3} = 0{,}531\,qa^2.$$

Voor rand *RS* is de oplegdruk:

$$(\tfrac{1}{2}\cdot 0{,}830 + 0{,}676 + 0{,}371)\,qa\cdot\frac{a}{3} = 0{,}487\,qa^2.$$

De gezamenlijke oplegdruk is dus $(0{,}531 + 0{,}487)\,qa^2 = 1{,}018\,qa^2$, dus slechts 2% meer dan deze bij een volle belasting q van de plaat zou moeten zijn. Door verdere iteratie van de 9 differentievergelijkingen kunnen de oplegdrukken nog nauwkeuriger bepaald worden dan voor het onderhavige geval noodig werd geacht. Overigens zijn de verkregen uitkomsten natuurlijk des te betrouwbaarder naarmate men de maaswijdte van het net kleiner kiest.

P. P. B.

PERSONALIA.

Ir. L. S. Badings, tijd. wd. hoofdingr. bij het Dept. v. V. en W., is benoemd tot hoofdingr. bij dat dept.

Ir. D. van Riemsdijk, ingr. bij 's Lands Wat., ter besch. gest. v. d. Prov. M.-J., is werkz gest. op het Hoofdktr. v. d. Wat. Afd. „Pemali-Tjomal" te Tegal.

Ir. D. Dooremans, ingr. 2de kl. bij 's Lands Wat., is benoemd tot ingenieur en blijft toegev. a. d. Gouvr. v. Sumatra.

Ir. J. C. Th. Kroesen is eerv. onth. v. h. beheer v. d. Sectie Poerworedjo v. d. Wat. Afd. „Serajoe" te Poerworedjo en werkz. gest. op het Hoofdktr. v. d. Wat. Afd. „Pemali-Tjomal" te Tegal.

Ir. H. G. Poortman, werkz. op het Hoofdktr. v. d. Wat. Afd. „Serajoe" te Poerworedjo, is belast m.h. beheer v. d. Sectie Poerworedjo v. d. genoemde Wat. Afd., met Standpl. Poerworedjo.

Ir. Phoa Liong Djoe, t.w. ingr. 2de kl., werkz. op het Hoofdktr. v. d. Wat. dienst v. d. Prov. M.-Java te Semarang, is overgepl. n. h. Hoofdktr. v. d. Wat. Afd. „Serajoe" te Poerworedjo.

Architect A. J. Laurens, werkz. op het Hoofdktr. v. d. Wat. Afd. „Serajoe" te Poerworedjo, is met ing. v. 1 April 1941 werkz. gest. als praktijk-ingr. en overgepl. n. h. Hoofdktr. v. d. Wat. dienst v. d. Prov. M.-Java te Semarang.

Ir. W. M. den Hollander, tijd. fungd. hoofdingr., hoofd v. h. techn. bedrijf bij het Marine-etablissement, is benoemd in vasten dienst v. d. Lande tot hoofdingr., hoofd van genoemd bedrijf.

Irs. H. D. de Vos, The Lian Thong en Soepardi, ingrs. 2de kl. op maandg. bij de S.S., zijn tijd. bel. m. d. waarn. v. d. betr. v. ingr. 2de kl.

Ir. B. Vermeeren, werkz. in los verb. b. d. Genie te Bandoeng, is tijd. op maandg. werkz. gest. b/d Waterstaatsdienst en toegev. a. d. Hoofdingr. belast m. d. uitv. v. d. def. werken t.b.v. de Marine b. d. haven v. Soerabaja.

Dr. A. Waibel en ir. H. Pabbruwe v. d. B.P.M., zijn overgepl. van Balikpapan resp. Pangkalan Brandan naar Tjepoe.

Ir. A. C. ter Poorten, scheik. ingr. b. d. B.P.M., is van groot binn. verlof te werk gest. te Balikpapan.

Ir. K. W. A. Beukema toe Water, idem, is te werk gest. te Londen.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS, Groep Ned.-Indië.

BESTUURSMEDEDEELINGEN.

Aangenomen en voorgestelde leden.

Thans wordt voorgesteld als *junior lid:*

Mas Soendjasmono, student aan de Technische Hoogeschool, Bandoeng.

Eventueele bezwaren tegen deze candidaatstelling worden vóór 30 Juni a.s. ingewacht bij het Secretariaat, Bragaweg 38, Bandoeng.

Betrekking gezocht door:

Civiel ingenieur,
diploma Delft 1935, oud 28 jaar. Wenscht bij voorkeur in dienst te treden bij Aannemersfirma. Over eenige maanden beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1937. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,
diploma Delft 1926, oud 41 jaar. Wenscht bij voorkeur een technisch-administratieven werkkring. Direct beschikbaar.

Mijningenieur,
diploma Delft 1928. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1937, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1939, oud 31 jáar. Direct beschikbaar.

Civiel ingenieur,
diploma Bandoeng 1940, oud 23 jaar. Direct beschikbaar.

Scheikundig ingenieur,
diploma Delft 1936, oud 30 jaar. Zoekt eventueel positieverbetering. Liefst zooveel mogelijk op chem.-techn. research gebied. 4½ jaar (groot-) industrie practijk in Indië. Direct beschikbaar.

Werktuigkundig ingenieur,
diploma Delft 1935, oud 31 jaar. Direct beschikbaar.

Inlichtingen bij het Secretariaat van de Groep Ned.-Indië van het Kon. Instituut van Ingenieurs, Bragaweg 38, Bandoeng.

Contributiebetaling.

Den leden, die hunne contributies over het loopende jaar nog niet hebben voldaan, wordt **dringend** verzocht hunne geldelijke verplichtingen tegenover de Groep Ned.-Indië ten spoedigste na te komen.

In herinnering moge worden gebracht, dat indien in Juni de contributie nog niet is voldaan, over het bedrag per postkwitantie zal worden beschikt, waarbij de kosten van invordering ad *f* 0,70 ten laste van het betrokken lid komen.

De Penningmeester.

Ter overname gevraagd:

Jaarboek van het Mijnwezen in N.O.I., 27ste Jaargang 1898, vervolg (Uitgegeven bij J. G. Stemler te Amsterdam 1901), waarin voorkomt: „Historische Schets van de Tinwinning op Banka", door ir. J. A. Schuurman.

Prijsopgave te richten aan ds. W. C. de Jong, Oranjelaan 1, Palembang.

Erratum.

Onder het artikel van ir. J. A. Manusama in het Aprilnummer van dezen jaargang is abusievelijk de lijst van de literatuur, waarin de gegeven afleidingen hoofdzakelijk te vinden zijn, weggevallen. Deze luidde:

Forchheimer: Hydraulik.
Lamb: Lehrb. d. Hydrodynamik.
Prandtl-Tietjens: Hydro- und Aeromechanik.
Vreedenburgh: Dictaat Hydromechanica, T. H. Bandoeng.

8e JAARGANG
NUMMER 5

MEI
1941

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

II. BOUW- EN WATERBOUWKUNDE.

INHOUD: De Sadang-bevloeiingswerken, door ir. W. F. Eysvoogel.

De Sadang-bevloeiingswerken

door

ir. W. F. EYSVOOGEL,

Hoofdingenieur bij 's Lands Waterstaat te Bandoeng.

HOOFDSTUK I.

BIJZONDERHEDEN BETREFFENDE DE TE BEVLOEIEN STREEK.

Beschrijving depressie-zône.

Op het zuidwestelijk schiereiland van Celebes komt een aaneengesloten reeks van vlakten voor, die men de depressie- of inbuigingszône noemt. Deze reeks van vlakten, welke zich uitstrekt van Langga aan de Straat Makassar tot Palima aan de Golf van Bone (zie *fig. 1*) is n.l. volgens geologische onderzoekers een oude zeestraat, die in het tertiaire tijdperk het bergachtige zuidelijke eiland scheidde van het bergland van Centraal-Celebes.

Van Straat Makassar af beginnende treft men eerst aan de z.g. Sawittovlakte, een oude delta van de thans langs de noordgrens ervan stroomende Sadangrivier. Vervolgens de Rappangvlakte, genoemd naar de gelijknamige plaats en de er door stroomende Rappangrivier. Daar deze rivier vroeger een affluent van de Sadangrivier is geweest, gaan beide vlakten onmerkbaar in elkaar over. Anders staat het met de thans volgende, de Sidenrengvlakte, die naar de Golf van Bone afwatert en van de Rappangvlakte gescheiden is door een lage waterscheiding. In deze Sidenrengvlakte en de ten Noordoosten en ten Zuiden daarvan liggende vlakten van de Bila- en de Walanaerivieren treft men een aantal groote meren aan, het Sidenreng-meer, het Krokodillen-meer en tenslotte het groote Tempe-meer. In het bijzonder dit laatste domineert de geheele vlakte. Deze is ter plaatse reeds laag gelegen en daar de meerstanden door de zich er in uitstortende rivieren een vrij belangrijk verschil in oost- en westmoesson aanwijzen (minimum + 4,50, maximum + 8), overstroomt het in den drogen tijd reeds vrij groote meer in den regentijd zeer aanzienlijke uitgestrektheden. De maximum grootte van het merencomplex bedraagt ca 300 km^2.

In het Tempe-meer stroomt van het Noorden de belangrijke Bilarivier. De van het Zuiden komende Walanaerivier stroomt langs de oostzijde, om zich bij Sengkang met de afstrooming van het meer te vereenigen en als Tjenranarivier naar de Golf van Bone te vloeien. Bij hooge meerstanden staat bij het ontmoetingspunt alles onder water en is deze scheiding dus niet meer aanwezig.

Bij de genoemde plaats Sengkang breekt de Tjenranarivier door een lagen heuvelrug en is de vroegere zeestraat dus zeer smal geweest. Langs deze rivier komen verder vruchtbare oeverlanden voor, die echter, in het bijzonder op den noordelijken oever, al spoedig overgaan in de moerassige kustvlakte van Noord-Bone.

Bevolking.

De meervlakte is van ouds bewoond door Boegineezen. Om het meer van Sidenreng lag het oude rijk Sidenreng, dat als rivaal van het zuidelijk gelegen Bone optrad. De oevers van de meren zijn dan ook reeds sedert honderden jaren in cultuur gebracht, al hebben de vele onderlinge oorlogen dikwijls tijdelijke verwoestingen en braakligging veroorzaakt. Sedert de vestiging van ons gezag in deze streken omstreeks 1906, is de meervlakte verdeeld in drie zelfbesturende landschappen: Sidenreng, Wadjo en Soppeng, waarbij als vierde moet worden gevoegd Rappang, dat hoewel geografisch niet tot de meervlakte behoorende, in verband met de geschiedkundige ontwikkeling er steeds toe gerekend wordt.

De bevolkingsdichtheid in de meervlakte is voor de Buitengewesten vrij hoog. Nauwkeurige cijfers staan niet ter beschikking, daar de laatste volkstelling in 1930 heeft plaats gehad en de bevolking door de verzekering van orde en rust en de daarmede gepaard gaande betere hygiënische verzorging in de laatste 20 jaar in sterke mate is toegenomen. In 1930 bedroeg het zielental in de landschappen Rappang en Sidenreng resp. 31 000 en 87 000. Op basis van de toeneming in de periode 1920 — 1930, welke 45% bedroeg, zou dit thans zijn gestegen tot ca 45 000 en 125 000, d.i. rond 118 per km^2. Daar in deze landschappen echter langs de randen onvruchtbare en vrijwel onbewoonde heuvels voorkomen, moet de bevolkingsdichtheid in de eigenlijke meervlakte thans minstens 200 zielen per km^2 bedragen.

Het landschap Sawitto is minder dicht bevolkt. De Sawittovlakte toch was nog in recente tijden een delta van de Sadangrivier; verschillende oude loopen zijn nog duidelijk in het terrein te herkennen.

Fig. 1.

Hierdoor is vooral het Noordwesten zeer moerassig en ten deele niet voor bewoning geschikt. Verder draagt de grondgesteldheid in het Noordoosten een zanderig karakter, zoodat een van regen afhankelijke sawahcultuur daar niet mogelijk is. Cijfers zijn hier moeilijk te geven. De volkstelling van 1930 geeft voor de geheele onderafdeeling Pinrang 69 000 zielen, d.w.z. 44 per km^2. Hiertoe behooren echter de ten deele vrijwel onbewoonde landschappen Batoelappa en Kassa, die in het gebergte liggen. Voor de eigenlijke Sawittovlakte vond schrijver dezes uit plaatselijk beschikbare cijfers voor het jaar 1930 50 000 inwoners, d.w.z. ca 100 per km^2.

Gelet op de elders geconstateerde procentueele toeneming moet dit dus thans tot 140 à 150 zielen per km^2 gestegen zijn.

Vermelding verdient hier nog de bijzondere vorm van grondbezit, die in de meervlakte veelvuldig wordt aangetroffen, het z.g. awatarang recht.

In deze streken bestond n.l. in de 19e eeuw een leenheerlijk stelsel zooals wij dit in Europa uit de Middeleeuwen kennen. De vorst (Adatoeang) gaf aan zijn adellijke familie en vazallen woeste en verlaten gronden in leen uit. Zij mochten deze gronden zelf bewerken dan wel uitgeven aan vrije lieden. De laatsten kregen daardoor een erfelijk individueel bewerkingsrecht (akrasone-recht), dat alleen bij zwaar adatmisdrijf verloren ging. De akrasone-houder moest aan den leenman een jaarlijksche heffing (tesang) betalen, zijnde 5 tot 20% van de netto opbrengst (excl. bibit en oogstloon). Intusschen is deze heffing thans algemeen op 10% gesteld.

Verder had de leenman het recht om van de binnen zijn apanage gelegen reeds ontgonnen terreinen een jaarlijksche heffing van 10% te vorderen. Het erfelijk individueel bezitsrecht op deze gronden werd daardoor echter niet aangetast.

De awatarang-rechten — in het bijzonder die uitgegeven aan vazallen — waren oorspronkelijk niet erfelijk. Bij overlijden van een leenman moest de vorst de vererving met zijn zegel bekrachtigen, terwijl bij het optreden van een nieuwen vorst de leenmannen in hun apanage-bezit bevestigd moesten worden. Eerst bij het optreden van den huidigen Adatoeang van Sidenreng L a T j e b o e, die kort na de expeditie van 1905-1906 het bestuur onder de auspiciën van het Nederlandsch Gezag aanvaardde, werd door de leenmannen geen bekrachtiging van hun awatarang-bezit gevraagd, waarin ons Bestuur klaarblijkelijk berust heeft. Deze awatarangrechten — de z.g. pamase-rechten — zijn dus thans practisch erfelijk geworden.

Naast den pamase-vorm bestaan ook van ouds erfelijke awatarang-rechten, de z.g. pabere-vorm. Deze werden voornamelijk toegekend aan familieleden van den vorst. Daar zij in omvang minder belangrijk zijn, zal hierop niet nader worden ingegaan.

In Rappang en Sidenreng bestaat volgens de Landrente ca 40% van het sawahbezit uit awatarang-gronden. In Sawitto komen awatarang-rechten niet voor. Wel treft men daar z.g. ongko's aan, vorstelijke domeingronden. Deze ongko's zijn heerlijke rechten op niet ontgonnen terreinen. Bij het inzamelen van boschproducten uit deze ongko's werd door den vorst een recht van 10% geheven. Worden de ongko's ontgonnen, dan worden daarbij gelijke rechten gevestigd als bij de ontginning van awatarang-gronden (akrasone-recht). Het totaal oppervlak der ongko's vormt echter slechts een gering percentage van de Sawittovlakte.

Oogenschijnlijk opent het instituut der awatarang-rechten den weg voor vexaties en onderdrukking. Toch komt dit in de practijk slechts zelden voor. Het zelfbewuste karakter van den Boeginees, die een grooten persoonlijken moed bezit en bij vermeende inbreuk op zijn rechten spoedig naar het mes grijpt, is daarvoor een waarborg. Bovendien ziet het Bestuur scherp toe op de uitoefening dezer rechten. Zoo heeft het ongko-vraagstuk in de Sawittovlakte thans de bijzondere aandacht van het Bestuur, daar, nu de gronden

hier door de komende bevloeiing snel in waarde stijgen, vanzelfsprekend de neiging bestaat om ongko's te creëeren.

Het kwam noodig voor deze leenheerlijke rechten, waaromtrent bij de beschouwingen over de Sadangwerken in vroeger jaren vrij veel misverstand heeft bestaan, in het kort toe te lichten. De gegevens voor deze uiteenzetting zijn ontleend aan het landbouwkundig verslag van den landbouwconsulent ir. J. A. van Beukering, die zelf putte uit nota's van Goedhart, Simons, van Rooyen en Peddemors.

Klimaat en regenval.

De zich in de lengterichting van het zuidwestelijk schiereiland uitstrekkende bergketens verdeelen dit in een tweetal klimaat-zônes. De westkust vertoont een scherpe scheiding tusschen de twee moessons. Het dicht bij de kust gelegen vrij hooge Westelijk Randgebergte dwingt de over de Java-zee aankomende vochtige westenwinden een groot deel van hun water af te geven, waardoor een overvloedige regenval ontstaat. Tijdens den oostmoesson verliezen de oostenwinden het grootste gedeelte van hun vochtgehalte tegen het Oostelijk Randgebergte en wat dit betrekkelijk lage gebergte passeert, valt in het centrale hoogland. De westkust is dan uitgesproken droog.

Op de oostkust is de toestand juist andersom doch minder uitgesproken. De invloed der vochtige westenwinden reikt nog verzwakt tot aan de oostkust, terwijl de oostenwinden niet zoo'n hoog vochtgehalte bezitten. De tegenstelling tusschen west- en oostmoesson is hier dan ook veel minder sterk. De meeste regen valt in den oostmoesson, terwijl in de maanden November en December een z.g. kleine regentijd voorkomt.

De depressie-zône is toegankelijk voor beide windrichtingen en zou dus oogenschijnlijk een aanhoudenden regentijd moeten kennen. Nochtans valt hier betrekkelijk weinig regen en treden langdurige droogteperioden op. Vermoedelijk moet dit worden toegeschreven aan het feit, dat geen verheffingen de regenaanbrengende winden tot condensatie dwingen, terwijl in den westmoesson het noordelijk deel van het schiereiland den storenden invloed van Borneo ondervindt.

Beschouwt men de regencijfers der verschillende in de vlakte verspreide regenstations, dan blijkt dat de regenval zeer onregelmatig en steeds weifelend van karakter is. Behoudens in de kustzône langs de Straat Makassar van Djampoë tot Langga, waar normale westmoessonregens optreden, zijn Maart, April, Mei en Juni de maanden van den grootsten regenval. De periode November tot Januari is als een kleinen regentijd te beschouwen.

De regencijfers wijzen zoowel belangrijke droogteperioden binnen het regenseizoen als groote fluctuaties in opeenvolgende jaren aan. Behalve in uitgesproken natte jaren zijn droogte-perioden van 5 — 10 dagen gedurende de regenmaanden een normaal verschijnsel, terwijl in verschillende jaren de regens eerst in April doorkomen, waardoor de aanplant te laat in den grond komt. Doch ook de hoeveelheid regen in de verschillende jaren wijst groote verschillen aan. Het veeljarig gemiddelde voor de maanden April en Mei ligt in de buurt van 200 — 250 mm per maand, het maximum bij 350 — 400 mm, het minimum bij 100 — 150 mm. Het veeljarig gemiddelde wordt echter in vele gevallen niet gehaald, terwijl tusschen maximum en minimum een groote variatie bestaat. Het grootste bezwaar is echter het niet tijdig inzetten van den regenval. De regenperiode is n.l. vrij kort; voor Juli bedraagt het veeljarig gemiddelde van de verschillende stations nog slechts 75 — 125 mm, voor Augustus zelfs maar 55 — 65 mm. Wordt er dus niet tijdig geplant, dan mislukt een belangrijk gedeelte van de oogst. In de practijk ziet men dan ook dat in dergelijke gevallen een groot deel der sawahs onbeplant blijft.

Grondgesteldheid en beplanting.

De beschrijving der verschillende grondtypen is grootendeels ontleend aan het landbouwkundig rapport van ir. J. A. van Beukering, die zich weder georiënteerd heeft op de in 1927 door den landbouwconsulent ir. W. E. K. Baron van Lijnden met behulp van het Bodemkundig Instituut vervaardigde grondkaart.

Langs den noordoost-rand van de Sawittovlakte komt een zeer eigenaardige formatie voor. Van de Sadangrivier tot het heuvelland benoorden Rappang strekt zich hier een flauw golvende vlakte uit, die slechts met kort, armelijk gras begroeid is. De bovengrond van deze vlakte, die van Noordwest naar Zuidoost de namen Padang Tjoeké-Tjoeké en Padang Lowang draagt, bestaat voor een belangrijk gedeelte uit kwartszand en is dan ook volgens alle deskundigen vrijwel onvruchtbaar. Men heeft oorspronkelijk gemeend hier te doen te hebben met een strandwalvorming langs de oude zeestraat. De ontgraving van het Rappangkanaal, dat deze vlakte doorkruist, heeft echter duidelijk aangetoond, dat deze golvende vlakte het erosierestant is van een doorgaanden heuvelrug, die als een uitlooper van een der groote ruggen van het Letta-gebergte op den noordelijken oever van de Sadangrivier is te beschouwen

Op advies van den Landbouwvoorlichtingsdienst is deze vlakte buiten de bevloeiing gelaten hoewel zij, daar het Rappangkanaal zooals gezegd er door heen loopt, ten deele zeer gemakkelijk te bevloeien is.

Aan deze Padang Lowang grenst in zuidwestelijke richting een uitgestrekt gebied, bestaande uit jonge rivierleemen, het delta-gebied van de Sadangrivier. Deze leemen verschillen vrij sterk in zandgehalte; in het Noordoosten zanderig, worden zij naar het Zuiden en Zuidwesten steeds zwaarder. Vooral de laatste gronden, in de omgeving van Alitta en Kariango, bezitten een hoog fosforzuurgehalte en zijn zeer vruchtbaar.

Ten Noordwesten van Pinrang sluit aan deze jonge leemen echter een gebied aan van zwaardere oudere kleien, die een lager fosforzuurgehalte bezitten. Klaarblijkelijk is dit complex toevallig buiten de vruchtbare bandjirstroomen van de Sadangrivier gebleven.

Ten Zuidoosten sluiten bij de Padang Lowang aan de eigenlijke Rappanggronden. Deze bestaan uit zware, sterk scheurende leemen, die een duidelijk gebrek aan fosforzuur vertoonen. Dit zijn de minst vruchtbare gronden.

Ten Zuiden van Rappang en langs den zuidwestelijken heuvelrand treft men vruchtbare leemen aan. Een merkwaardig verschijnsel daartusschen vormt een om en nabij Pangkadjene voorkomende tweede kwartsplaat. Hier zijn echter de kwartszandkorrels gemengd met leemdeeltjes tot een lichten leemgrond, die vrij vruchtbaar is en die dan ook geheel door sawahs is ingenomen.

Tenslotte worden langs de meerranden zwartgrijze zware leemen aangetroffen, die zeer vruchtbaar zijn en bij een goede watervoorziening zeer hooge padiproducties kunnen leveren. Een belangrijk deel dezer gronden heeft echter in den regentijd te lijden van wateroverlast doordat de meerwaterstanden te hoog zijn.

Van dit gebied nu is de z.g. meervlakte vrijwel geheel in cultuur gebracht, de Sawittovlakte daarentegen nog slechts ten deele. Landrente-gegevens die ongeveer de toestand in 1935 weergeven, geven voor het sawahareaal de volgende cijfers:

Landschap	Sidenreng	27 386 ha
„	Rappang	6 413 „
„	Sawitto	11 640 „

Inmiddels is het sawahoppervlak echter, in het bijzonder in de Sawittovlakte, vrij belangrijk uitgebreid. Toen omtrent den aanleg der irrigatiewerken zekerheid bestond, is in de jaren 1938 — 1940 een aanzienlijk oppervlak opengelegd en tot sawah gemaakt.

Volgens de Landrente-gegevens bedraagt het gemiddelde grondbezit in de verschillende landschappen:

Landschap	Sidenreng	1,14 ha sawah en 0,62 ha droge grond
„	Rappang	1,07 ha sawah en 0,54 ha droge grond
„	Sawitto	1,43 ha sawah en 1,05 ha droge grond.

Oogenschijnlijk is dit geen ongunstig gemiddelde, doch bij verder raadplegen der Landrente-aanslagkohieren blijkt toch dat een vrij groot percentage der aangeslagenen geen sawah of drogen grond bezit. In het landbouwkundig rapport wordt dienaangaande vermeld, dat in elk landschap de aanslagkohieren van 3 kampongs werden geraadpleegd en het grondbezit per aangeslagene werd aangeteekend. Bij dit onderzoek werd gevonden dat bijv. in de kampong Wala in Sidenreng 19% van de aangeslagenen geen sawahbezit had, 28,6% bezat 0,01 — 0,50 ha, 20% 0,50 — 1,00 ha, 10% 1,00 — 1,50 ha en de overige 22,4% bezaten meer (grootendeels 1,5 — 5,00 ha). Deze cijfers worden hier vermeld, omdat zij vrij goed het gemiddelde voor de onderzochte kampongs weergeven. Circa 50% der aangeslagenen had dus òf geen òf slechts een zeer klein sawahbezit.

Wegens het vrij hooge gemiddelde sawahbezit moet dus een belangrijk deel van de sawahs in handen zijn van elders wonende grootgrondbezitters. Dit zijn veelal de adellijke vazallen van den vorst, die den grond in deelbouw uitgeven. De deelbouwvoorwaarden varieeren al naar de omstandigheden, doch een veel voorkomende oogstverdeeling is $\frac{1}{3}$ tot $\frac{1}{2}$ voor den deelbouwer. Gunstig zijn deze voorwaarden niet en al bezitten deze deelbouwers veelal wel een stukje drogen grond, er kan weinig twijfel aan bestaan dat een belangrijk gedeelte van hen naar de nabijgelegen Sawittovlakte zal verhuizen, wanneer blijkt dat daar bevloeide sawahs in eigendom kunnen worden verkregen. Dit transmigratieproces heeft zich trouwens, zooals vermeld, reeds ingezet.

Van het sawahoppervlak wordt eenmaal per jaar een padioogst verkregen, voor het overige liggen de gronden braak. Aanplant van tweede gewassen komt er pas de laatste jaren, door intensieve propaganda van den landbouwvoorlichtingsdienst, een weinig in. Vrij veel mais wordt op tegalans langs den heuvelvoet geplant, terwijl op de randstrooken langs de meren een aanzienlijke maisaanplant op zeer typische wijze wordt tot stand gebracht. Zoodra de meren in October hun laagsten stand bereikt hebben, wordt op de strooken, die slechts enkele maanden van het jaar droog komen, snel een maisaanplant in den grond gebracht. Hierbij loopt men het risico dat vroege bandjirs den meerwaterspiegel zoodanig doen stijgen dat de aanplant vernield wordt. Lukt de aanplant echter, dan is de opbrengst meestal zeer goed.

De gemiddelde opbrengst van alle sawahs in de drie landschappen blijkt te zijn: inclusief misoogst en onbeplant blijven 17,4 quintaal/ha, exclusief idem 22,7 q/ha. Het groote nadeel van het te laat doorkomen van de regens blijkt hieruit wel zeer duidelijk. De gemiddelde opbrengsten blijken in de drie landschappen slechts weinig uiteen te loopen: Sawitto vertoont de hoogste opbrengst met 22,9 q/ha, Rappang de laagste met 21,2 q/ha.

Op deze productiecijfers zal nader ingegaan worden in Hoofdstuk V.

Bevloeiing.

Van bevloeiing was in de meervlakte vóór de vestiging van ons gezag feitelijk geen sprake. Ten eerste was dit practisch onmogelijk, omdat de eenige rivieren die daarvoor in aanmerking komen, de Sadang, de Bila en de Walanae, zoo groot zijn dat zij met inheemsche middelen niet af te dammen zijn, doch bovendien is bevloeiing, zooals op Java bekend, bij de Boegineesche bevolking weinig gebruikelijk. In Zuid-Celebes worden de sawahdijkjes zeer zwaar gemaakt, zoodat alle regenwater wordt vastgehouden. Verder dammen eenige sawahbezitters tezamen een terreinplooi af en maken daarvan een z.g. teppo, een kleine vergaarkom waarin eenig regenwater kan worden opgevangen om de sawahs te suppleeren. Dit geeft eenige bescherming tegen de reeds gereleveerde droogteperioden, doch vanzelfsprekend niet tegen een te laat invallen van de regens.

Na de vestiging van het Nederlandsch Gezag zijn door het Bestuur en den Landschapstechnischen Dienst eenige kleine irrigatiewerken tot stand gebracht. Allereerst een permanente stuwdam in de Rappangrivier waarmede echter, door het ontbreken van een kanalenstelsel, slechts op primitieve wijze eenig bandjirwater aan een oppervlak van ca 9 000 ha kon worden toegevoerd. Verder eenige matrassendammen in de van het Westelijk Randgebergte afstroomende Maseppe- en Bilokkarivieren, waarmede door gebrek aan regelmatige debieten eveneens

slechts op primitieve wijze eenig water kon worden verstrekt.

Volgens opgave van den Dienst der Landelijke Inkomsten is de verdeeling der sawahs als volgt:

Landschap	Primitief bevloeid	Van regen afhankelijk	Totaal sawahareaal
	ha	ha	ha
Sidenreng	12 801	14 585	27 386
Rappang	2 974	3 439	6 413
Sawitto	—	11 640	11 640
Totaal	15 775	29 664	45 439

Men dient hierbij „primitief bevloeid" dus zoodanig op te vatten, dat een groot deel dezer sawahs slechts onder zeer gunstige omstandigheden een weinig water kon krijgen, gewoonlijk amper voldoende om de sawahkommen te vullen.

Zooals gezegd kan een wezenlijke bevloeiing alleen tot stand worden gebracht uit de genoemde drie groote rivieren. De bevloeiing uit de Sadangrivier is thans in uitvoering, terwijl de plannen voor de Bilabevloeiing reeds in gevorderden staat verkeeren. De bevloeiing uit de Walanaerivier daarentegen biedt moeilijkheden en zal nog wel eenige jaren studie eischen. Het totale oppervlak, dat uit de drie rivieren bevloeid kan worden, is ca 120 000 ha groot.

HOOFDSTUK II.

HET SADANGPROJECT.

De Sadangrivier.

Het bovenstroomgebied van de Sadangrivier ligt geheel in de z.g. Toradja-landen, het zuidelijk gedeelte van het bergland van Celebes. De rivier bezit geen markanten hoofdstroom; zij ontstaat uit de samenvloeiing van een vijftal groote rivieren. Van Oost naar West zijn dit (zie *fig. 2*): de Kaloempini, de Sadang Rantepao (die de grootste lengte bezit en veelal als hoofdstroom beschouwd wordt), de Baroepoe, de Masoepoe en de Mamasa.

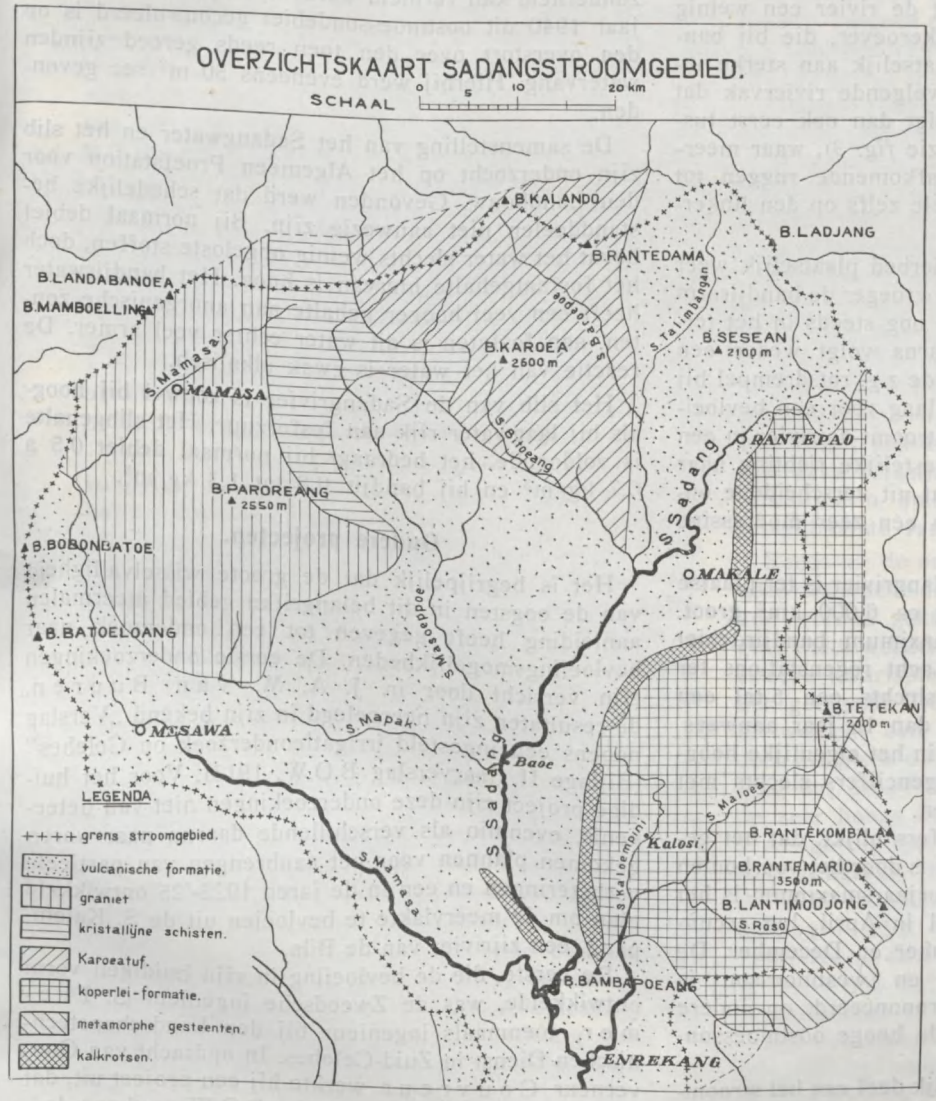


Fig. 2.

Het stroomgebied vertoont uit geologisch oogpunt zeer belangrijke verschillen.

Het stroomgebied van de Kaloempinirivier draagt den naam „koperlei-formatie" en bestaat uit sterk aan erosie onderhavige kleisteenen en mergels. Een merkwaardigheid zijn de paarsroode en blauwgroene kleuren dezer gesteenten, die door de vele erosie-ontsluitingen het landschap een zeer eigenaardig aanzien geven.

De koperlei-formatie wordt in het Westen afgesloten door een langen, grilligen, loodrecht oprijzenden muur van kalkriffen, die in het Noorden nabij Rantepao begint en ongeveer 10 km noordelijk van Enrekang eindigt in het massief Bamba Poeang.

Ten Westen hiervan wordt een groot complex vulkanische tuffen en breccies aangetroffen van tertiairen ouderdom, waarbinnen de eenige twee hoogvlakten van dit zware bergland voorkomen: de vlakte van Rantepao en die van Mamasa.

Aan dit complex grenzen in het Noorden, tegen de waterscheiding aan, andere

formaties. Van Rantepao af treft men allereerst de Karoeatuf aan, een liparitische zachte tuf, die van den betrekkelijk recenten doch thans gedoofden vulkaan, B. Karoea stamt. Naar het Westen volgt daarna een complex kristallijne schisten en tenslotte in het uiterste Noordwesten van het stroomgebied een groot complex granieten.

De stroomgebieden van de Mamasa en de Masoepoe zijn voor een belangrijk deel met bosch bedekt, die van de Baroepoe, de Sadang Rantepao en de Kaloempini daarentegen nagenoeg geheel ontboscht. De Toradja-bevolking heeft overal waar dit eenigszins mogelijk is, bergsawahs aangelegd en plant overigens vrij veel koffie.

Pas nabij Enrekang, waar eerst de Mamasa en daarna de Kaloempini zich met den hoofdstroom vereenigen, neemt deze het indrukwekkende karakter aan dat hij in de vlakte vertoont. Na eenige zware lussen om uitloopers van het gebergte gemaakt te hebben, wendt de rivier zich tenslotte bij Kabere definitief naar het Westen. Van hier tot Djampoë nabij Boene (niet te verwarren met Djampoë aan zee) ligt het eerste riviervak, dat benut kan worden voor het maken van een bevloeiingsaftapping. Benedenstrooms van Djampoë daarentegen vertoont de rivier een weinig stabiel bed met een lagen linkeroever, die bij bandjir overstroomd wordt en plaatselijk aan sterke inscharing blootgesteld is. Het volgende riviervak dat voor aftapping geschikt is, volgt dan ook eerst tusschen Liboekang en Benteng (zie *fig. 3*), waar meerdere van het Letta-gebergte afkomende ruggen tot aan de rivier reiken en ten deele zelfs op den linkeroever te volgen zijn.

Beneden Benteng is het rivierbed plaatselijk weer weinig stabiel; hier splitste zich vroeger de bandjirarm Sadang Pinrang af, welks loop nog steeds in het terrein is te onderscheiden. Daarna volgt weder een uitgesproken heuveldoorbraak, de z.g. rotsdrempel bij Masolo, welke echter reeds te laag voor een bevloeiingsaftapping ligt. Vervolgens stroomt de rivier in een duidelijk ingesneden bed in westelijke richting naar zee; de eigenlijke mond bestaat uit verscheidene ondiepe armen met daartusschen een zeer moerassige delta.

Het stroomgebied van de Sadangrivier is ter plaatse van den gedachten watervang ca 6 000 km^2 groot. Voor de bepaling van het maximum bandjirdebiet stonden de waarnemingen op acht regenstations ter beschikking, waarvan echter slechts een 5-tal een waarnemingenreeks van meer dan 15 jaar aanwees. Geen van de regenstations ligt in het eigenlijke hooggebergte, zoodat men deze regencijfers slechts met eenig voorbehoud mag benutten.

Uit de gemiddelde maandcijfers blijkt, dat het geheele stroomgebied gekenmerkt is door het voorkomen van kenteringsmaxima. Het voorjaarsmaximum is het belangrijkste en valt als regel in April, het secundaire maximum valt in November en December. De tegenstelling tusschen oost- en westmoesson is op sommige regenstations geprononceerd, op andere niet. Over het algemeen valt de hooge oostmoessonregenval op.

In het bijzonder in het oostelijk deel van het stroomgebied, tegen het ca 3 500 m hooge Latimodjonggebergte aan, worden hooge etmaalregenvallen geconstateerd. De maximum etmaalregenval bedraagt 331 mm en is geregisteerd op het station Enrekang, Berekent men met de methode van Kooten den maximum afvoer uit den regenval, dan vindt men ca 3 000 m^3/sec.

Ten tweede werd de maximum afvoer berekend uit de peilschaalwaarnemingen van het drijfvak Boene, in combinatie met het bandjirverhang, dat door navraag bij de bevolking vrij goed te reconstrueeren was. Volgens deze methode werd gevonden 3 600 m^3/sec.

De derde methode zou geweest zijn berekening uit de debietkromme van het drijfvak Boene. Hiervan werd afgezien, omdat de verrichte waarnemingen vele tegenstrijdigheden bleken te vertoonen.

Gelet op hetgeen vermeld werd omtrent de regenwaarnemingen, werd het maximum bandjirdebiet tenslotte vastgesteld op 3 600 m^3/sec.

Voor de kleinere debieten was het drijfvak te Boene met een molenmeting gecontroleerd en dus wel bruikbaar. Deze waarnemingen wezen een normaal westmoessondebiet van 3 à 400 m^3/sec aan en een minimum oostmoessondebiet van 50 m^3/sec. Als bijzonderheid kan vermeld worden, dat in het zeer droge jaar 1940 dit oostmoessondebiet gecontroleerd is op den overstort over den toen reeds gereed zijnden watervang. Hierbij werd eveneens 50 m^3/sec gevonden.

De samenstelling van het Sadangwater en het slib zijn onderzocht op het Algemeen Proefstation voor den Landbouw. Gevonden werd dat schadelijke bestanddeelen niet aanwezig zijn. Bij normaal debiet bevat het water slechts weinig opgeloste stoffen, doch het fosfaatgehalte hiervan is hoog. Het bandjirwater heeft een veel hooger gehalte aan anorganische zouten, aan fosfaten is dit water echter veel armer. De reactie van het water is zwak alkalisch.

Het slib van de Sadangrivier is zoowel bij hoog- als bij laagwater rijk aan fosforzuur. Het slibgehalte is voldoende, het bedraagt bij normaal debiet 0,5 à 0,7 kg/m^3 en bij bandjir 0,8 tot 1,3 kg/m^3.

Oudere projecten.

Het is begrijpelijk dat de groote wisselvalligheid van de oogsten in dit belangrijke gebied meermalen aanleiding heeft gegeven tot een onderzoek naar bevloeiingsmogelijkheden. De eerste onderzoekingen zijn verricht door ir. J. A. M. van Buuren, de resultaten zijn neergelegd in zijn bekend „Verslag nopens een ingesteld irrigatieonderzoek op Celebes" (Bijlage II, Jaarverslag B.O.W. 1913). Voor het huidige project zijn deze onderzoekingen niet van beteekenis, evenmin als verschillende daarna naar voren gekomen plannen voor het aanbrengen van partieele verbeteringen en een in de jaren 1922-'25 ontwikkeld plan om de meervlakte te bevloeien uit de S. Kalempang, een zijrivier van de Bila.

De eerste, die de bevloeiing in zijn huidigen vorm ontwikkelde, was de Zweedsche ingenieur S. Fremer, toenmaals ingenieur bij den Landschapstechnischen Dienst in Zuid-Celebes. In opdracht van Gouverneur Couvreur werkte hij een project uit, dat in 1927 bij het Departement der B.O.W. ter beoordee-

ling werd voorgebracht. De verdienste van dit ontwerp is, dat uit primitieve gegevens (kaarten waren niet beschikbaar) de conclusie werd getrokken, dat de bevloeiing van de meervlakte uit de Sadangrivier mogelijk moest zijn. Daar ingenieur Fremer zooals gezegd niet over tranchekaarten beschikte, ging hij zoo hoog mogelijk de rivier op en zocht zijn aftapping in het reeds genoemde riviervak Kabere — Djampoë. Hij ontwierp een vrije aftapping nabij Kabere en stelde als variant voor een dam in de rivier nabij Boene (zie de situaties A1 en A2 op de rivierkaart *fig. 3*).

In opdracht van Gouverneur Couvreur beperkte ingenieur Fremer zich tot de bevloeiing van de meervlakte, hoewel hij de mogelijkheid van bevloeiing der Sawittovlakte aangaf. De kostenraming van zijn ontwerp sloot met *f* 5,75 millioen voor een totaal van 25 000 ha, d.i. ca *f* 230 per bevloeide ha.

Naar aanleiding van dit ontwerp werd de ingenieur ir. H. M. Verweij aan den Gouverneur van Celebes en Onderhoorigheden toegevoegd voor het nader uitwerken dezer plannen. Hij ving aan met het organiseeren van de terreinopname; zonder tranchekaart toch bleek geen definitief oordeel over dit plan mogelijk. Verder trachtte hij een betere oplossing voor den watervang te vinden, daar de beide varianten uit het plan-Fremer op het Departement B.O.W. weinig gunstig waren beoordeeld. Hij moest zich daarbij tot het reeds genoemde riviervak beperken, daar het aangenomen stuwpeil niet toeliet om den watervang meer benedenstrooms te bouwen. Uitgewerkt werd een voorontwerp van een stuwdam in coupure ten noorden van Boene met aansluitende tunnel (zie *fig. 3*, situatie B1). Verder werkte ir. Verweij de bevloeiing volgens het plan-Fremer uit en betrok daarin de Sawittovlakte, waardoor het bevloeibaar oppervlak tot 57 000 ha steeg.

De in 1930 opgemaakte kostenraming van het zeer volledige ontwerp-Verweij sloot met een eindbedrag van 13 millioen gulden, waarvan 9 millioen voor de hoofdwerken. Dit komt overeen met ca *f* 225 per bevloeide ha, een ook voor dien tijd zeer aanzienlijk bedrag. Deze hooge kosten waren een beletsel om tot de uitvoering der werken over te gaan.

Bovendien trad kort daarna de crisis in, waardoor het project tijdelijk op den achtergrond geraakte. Slechts de tranchekaart werd in 1933 voltooid.

Toch werd op het eiland Celebes de wenschelijkheid om deze bevloeiing tot stand te brengen sterk gevoeld. Toen dan ook in 1936 de 25 millioen-welvaartsbijdrage uit Nederland beschikbaar kwam, werd door den toenmaligen Gouverneur Swaab er met kracht op aangedrongen om een gedeelte dezer gelden voor de Sadangwerken beschikbaar te stellen. De Directeur van Verkeer en Waterstaat ondersteunde dit voorstel, doch legde er den nadruk op, dat gezocht moest worden naar een goedkoopere oplossing. Een in 1935 opgemaakte nieuwe kostenraming sloot n.l. nog met een bedrag van 7 millioen gulden, d.w.z. een voor dien tijd volkomen onaanvaardbaar bedrag.

Het huidige ontwerp.

Toen schrijver dezes medio 1936 tot Eerstaanwezend Waterstaatsambtenaar in de residentie Celebes en Onderhoorigheden werd benoemd en hem werd opgedragen deze plannen met den meesten spoed nader in beschouwing te nemen, had hij één groot voordeel boven zijn voorgangers, n.l. dat hij beschikte over een volledige, nauwkeurige tranchekaart. Zooals nader zal blijken is deze voor de oplossing van het probleem onontbeerlijk.

Een onderzoek ter plaatse leerde, dat het riviervak Kabere—Djampoë geen verdere mogelijkheden bood. Verder bleek, dat de situatie ter plaatse sedert het onderzoek-Verweij belangrijk verslechterd was, omdat de groote rivierbocht benedenstrooms van Djampoë zich ca 300 m dieper in het moerassige oeverland had ingeschaard. Daar het Sawittokanaal door dit oeverland moest worden getraceerd, vormde deze inscharing een bedreiging daarvan.

Overgegaan werd daarom naar het meer benedenstrooms gelegen riviervak Liboekang—Benteng, waar eenige geschikte damsituaties aanwezig bleken. Voorloopige berekeningen toonden aan, dat zelfs met een beweegbare stuwinrichting het toe te laten stuwpeil aldaar ten hoogste op + 21,75 mocht worden gesteld, hetgeen een verlaging van 4,75 m beteekende ten opzichte van het op + 26,50 gestelde stuwpeil van het plan-Verweij.

Nagegaan diende dus te worden, welke consequenties deze stuwpeilverlaging medebracht.

De tranchekaart wees uit dat voor het stuwpeil de bevloeiing van de meervlakte maatgevend is; de Sawittovlakte ligt n.l. in haar geheel beneden + 20. In deze meervlakte doet zich nu een zeer eigenaardig bevloeiingsprobleem voor. Doordat deze vlakte een oude zeestraat is, moet de bevloeiingsleiding voor de zuidelijke gronden de depressie kruisen. Ook al geschiedt dit op het hoogste punt — de waterscheiding tusschen de Straat Makassar en de Golf van Bone ligt ten Noorden van Pangkadjene op ca + 12,80 — dan wordt daardoor toch het bevloeibaar oppervlak aan deze zuidzijde vrij sterk begrensd. Dit is zeer te betreuren, omdat de daar liggende gronden tot de vruchtbaarste van het gebied behooren.

Reeds bij de oudere plannen werd aangenomen dat deze waterscheiding ten hoogste met 5 m ophooging kon worden gekruist. De grond waarvan de ophooging moet worden gemaakt is n.l. de reeds genoemde tweede kwartsplaat en dus als zoodanig niet bijzonder geëigend. Door ir. Verweij is nog nagegaan of wellicht een buisleiding kon worden toegepast, doch het bleek dat daarbij zooveel drukverlies verloren ging dat de geringe hoogtewinst niet opwoog tegen de zeer hooge kosten.

Als gevolg hiervan werd in het plan-Verweij het bevloeiingspeil ten Zuiden van de depressie op + 18,00 gesteld, terwijl daarvoor ten Noorden van de trog + 22,30 werd gekozen.

Allereerst moest dus worden nagegaan of dit peil + 18,00 ook met het verlaagde stuwpeil kon worden aangehouden.

Bij onderzoek bleek dit niet geheel het geval te zijn. Het bevloeiingspeil onmiddellijk ten Zuiden van de doorkruising kan niet hooger dan + 17,30 gesteld

worden; er wordt dus ca 0,70 m verloren. Door een gewijzigde indeeling der kunstwerken en een geringer verhang (de berekening is thans met de formule van Strickler uitgevoerd, terwijl de snelheid eenigszins verminderd werd) kan dit verschil echter nagenoeg geheel teruggewonnen worden, zoodat aan het einde van de Sidenrengleiding practisch op het zelfde peil bevloeid wordt als in de oudere projecten.

Het verlies aan bevloeibaar oppervlak werd hierdoor beperkt tot ca 500 ha. Inmiddels is echter gebleken (zooals nader in Hoofdstuk IV zal worden uiteengezet) dat de hooggelegen gronden ten Zuidwesten van de meren met behulp van een pompbevloeiing van Sadangwater kunnen worden voorzien. Hierdoor heeft dit verschil zijn beteekenis verloren.

Rest het gebied ten Noorden van de depressiezône, waar het bevloeiingspeil van + 22,30 tot + 17,65 moest worden verlaagd. Bij planimetreering bleek dit een verschil op te leveren van ca 3 000 ha, waarvan bijna 2 000 ha ten Oosten van Rappang en ruim 1 000 ha ten Noordwesten van deze plaats. Dat het laatste oppervlak relatief zoo gering is, valt toe te schrijven aan het feit dat, zooals reeds medegedeeld werd, het hoofdkanaal over ruim 10 km loopt door de onvruchtbare Padang Lowang, die geheel buiten de bevloeiing blijft.

Een bijkomende gunstige omstandigheid is nu dat de 2 000 ha beoosten Rappang in de bestaande Boeloetimoerang-bevloeiing liggen. Door deze bevloeiing, die destijds bestond uit een watervang met enkele primitieve kanalen, te verbeteren, het hoofdkanaal en de inlaatsluis te verruimen en een volledige detailbevloeiing tot stand te brengen, kon de toestand hier zoodanig worden verbeterd dat deze bevredigend werd.

Het werkelijk verlies aan bevloeid oppervlak is dus ca 1 000 ha en daar al spoedig bleek, dat aan de nieuwe damsituatie groote voordeelen verbonden waren, kon de keuze niet moeilijk zijn.

Op de keuze van de juiste damplaats zal in het IIIde Hoofdstuk nader ingegaan worden. Volstaan moge hier worden met de mededeeling, dat de kostenraming van een uitgewerkt voorproject met een beweegbare stuwinrichting in het riviervak Liboekang—Benteng sloot met een bedrag van *f* 3,3 millioen. Het te bevloeien oppervlak bleef vastgesteld op 57 000 ha, het bleek n.l. mogelijk de bevloeiing uit te breiden tot de vruchtbare gronden beoosten het Sidenreng-meer, waar een volledige compensatie voor de verloren 3 000 ha werd gevonden. De geraamde kosten per bevloeide ha bedroegen dus *f* 58,—.

Daar het project op eenigszins andere basis is opgezet dan de vroegere ontwerpen, is niet nauwkeurig aan te geven hoeveel de besparing heeft bedragen. Er kan echter weinig twijfel aan bestaan dat deze aanzienlijk is. Wat deze gewijzigde basis betreft, in overleg met de plaatselijke Bestuursambtenaren en de bevolking werd besloten dat de secundaire leidingen in de vakken kleiner dan 1 500 ha in onbetaalden arbeid zullen worden gegraven. Gelden zullen slechts worden uitgetrokken voor het bouwen van eenvoudige kunstwerken in die leidingen. Waar de totstandkoming der werken door de bevolking op hoogen prijs werd gesteld, werd dit een gerechtvaardigde tegenprestatie geacht.

Door de bijzondere tijdsomstandigheden zijn de kosten der hoofdwerken eenigszins hooger geworden dan in 1936 werd geraamd. De totale kostenraming is daardoor gestegen tot 3,5 millioen gulden, d.w.z. *f* 61,— per bevloeide ha.

De nieuwe damsituatie biedt behalve de kostenbesparing nog twee voordeelen.

Ten eerste liggen zoowel het Rappang- als het Sawittokanaal thans achter de Padang Tjoeké-Tjoeké en de Padang Lowang geheel veilig (zie *fig. 3*). Overstrooming of inscharing van de reeds genoemde laaggelegen vlakte ten Noordoosten van dezen heuvelrug kan geen gevaar meer opleveren voor deze kanalen. De eenige voormalige bandjirarm, die den heuvelrug doorbrak, de Sadang Tjiroang, is bovenstrooms van het kanaal met een dam van ± 10 m hoogte afgesloten.

Ten tweede is het thans mogelijk geworden ook de gronden op den rechteroever uit de Sadangrivier te bevloeien. Hierop zal hieronder nader worden ingegaan.

Noord-Sadang-bevloeiing.

De alluviale vlakte van de Sadangrivier strekt zich ook op den rechteroever uit, doch beslaat hier, doordat de rivier tot Lasape langs de hellingen van het Lettagebergte loopt, slechts een beperkt oppervlak. Niettemin zijn ook deze gronden, die over het algemeen zeer vruchtbaar zijn, het alleszins waard om in de bevloeiing te worden opgenomen. De vlakte is echter slechts dun bevolkt en daarom is, hoewel men zich bij de keuze van de prise d'eau wel gerealiseerd heeft, dat de nieuwe damsituatie bevloeiing op den rechteroever mogelijk maakte (hetgeen bij de vroegere damplaatsen niet het geval was), bij den opzet der werken deze bevloeiing buiten beschouwing gelaten. Wel werd bij de aanbieding van het ontwerp opgemerkt dat, wanneer men op Celebes tot Javanen-kolonisatie zou willen overgaan, deze vlakte wellicht een geschikt object daarvoor zou vormen.

In verband hiermede werd, toen in 1937 met deze kolonisatie op Celebes een aanvang werd gemaakt, in de Noord-Sadangvlakte een kern gesticht. Wel werd het object voor een dergelijke kolonisatie feitelijk te klein geoordeeld, doch voor een proef bleek het door zijn ligging nabij het bestuurscentrum Pare-Pare gunstig gelegen. Bovendien kon de definitieve kolonisatie in de vlakte tusschen Masamba en Malili door het ontbreken van kaarten eerst in het daarop volgende jaar geëntameerd worden.

De gevestigde kern bleek in zooverre een succes dat de grond vruchtbaar was. De plaatselijk ingerichte bevloeiing uit een kleinen afvoer liet echter veel te wenschen over, zoodat met den verderen uitbouw gewacht is tot de Noord-Sadangleiding kon worden aangelegd. Hiermede zal dit jaar een begin worden gemaakt.

De vlakte is ca 8 000 ha groot. Hiervan zal een gedeelte echter voorloopig niet in cultuur kunnen worden genomen, omdat het zeer zanderig (nabij den heuvelvoet) dan wel moerassig (nabij zee) is. Vermoedelijk kunnen slechts 6 500 ha benut worden. Voor kolonisten zijn hiervan 3 500 ha bestemd, waarvan ca 2 500 ha bevloeid zullen worden, terwijl voor de

autochtone bevolking 3 000 ha gereserveerd blijven, waarvan vermoedelijk eveneens 2 500 ha bevloeid zullen worden (een gedeelte hiervan zijn bestaande sawahs of reeds als ladang ontgonnen terreinen). Het totaal te bevloeien oppervlak op den rechteroever bedraagt dus 5 000 ha.

De kosten van den aanleg der tot het hoofdverdeelwerk ca 16 km lange bevloeiingsleiding, waarin vrij veel kruisingskunstwerken voorkomen en waarvan een gedeelte in rots zal moeten worden uitgeschoten, zijn geraamd op *f* 190 000. Verder zullen hier de secundaire leidingen in betaalden arbeid aangelegd moeten worden, daar de autochtone bevolking vrij schaarsch is en de kolonisten in de eerste jaren te veel arbeid aan de ontginning hunner gronden moeten besteden om een dergelijk grondverzet te kunnen verrichten. De kosten van deze secundaire leidingen zijn geraamd op *f* 75 000.

Een belangrijke uitgave zal verder de bandjirbeveiliging en de verbetering van de afwatering eischen. Doordat de zuidelijke oever eenigszins hooger ligt dan de noordelijke, slaat de Sadangrivier bij bandjir naar het Noordwesten over. Er hebben zich hier eenige bandjirgeulen gevormd, die den loop van oude deltaarmen volgen. Niet alleen zullen deze geulen afgesloten moeten worden, doch een berekening heeft aangetoond dat, wil men de te vestigen kolonisatie afdoende beschermen, de geheele noordelijke oever vanaf het hooggelegen terrein nabij Lasape bedijkt zal moeten worden. Bandjirschade op den zuidelijken oever behoeft daarvan niet gevreesd te worden, omdat daar de reeds vermelde weinig vruchtbare, zware kleien liggen, die vrijwel niet bewoond zijn. In tegendeel, deze terreinen zullen het voordeel boeken, dat het bandjirwater, dat thans naar deze zijde zal overslaan, vruchtbaar slib zal achterlaten.

De kosten dezer bedijking zijn geraamd op *f* 75 000, waarnaast nog *f* 10 000 noodig zal zijn voor verruiming en verdieping van plaatselijke terreinafvoeren.

In totaal worden de kosten van bevloeiing en afwatering dus geraamd op *f* 350 000, d.w.z. *f* 70 per bevloeide ha. Daar bij den watervang nagenoeg geen extra kosten behoeven te worden gemaakt voor deze bevloeiing, worden de totale kosten per ha van de Sadangwerken door deze uitbreiding dus slechts weinig verhoogd.

HOOFDSTUK III.

TECHNISCHE BIJZONDERHEDEN AANGAANDE HET ONTWERP.

Keuze plaats watervang.

In het riviergedeelte Liboekang — Benteng worden drie situatie's aangetroffen, die zich leenen voor het bouwen van een watervang. Op deze drie plaatsen passeert de rivier n.l. uitloopers van het noordelijk gelegen Letta-gebergte; zij zijn als C1, C2 en C3 op de rivierkaart (*fig. 3*) aangegeven. De tusschengelegen riviervakken moesten onmiddellijk buiten beschouwing gelaten worden, omdat de bodem aldaar voor een groot deel uit zuiver zand bestaat, zoodat zoowel tijdens den bouw als t.b.v. standzekerheid en voorziening tegen uitkolking zeer omvangrijke en kostbare maatregelen zouden moeten worden getroffen.

De situatie C1 is gelegen nabij de kampong Batoe. Op den rechteroever verheft zich hier een steile heuveltop tot ruim 40 m boven den rivierbodem. Tusschen dezen top en de rivier strekt zich een smal oeverland uit, bestaande uit verweeringsproducten met onderliggend vast gesteente. In de rivier is een duidelijke rotsdrempel te bespeuren, gepaard met een stroomversnelling. Opmetingen hebben aangetoond, dat in den rotsdrempel een geul van ca 8 m diepte is uitgeschuurd. Op den linkeroever zijn de rotsbanken plaatselijk over korten afstand te zien doch zij duiken al spoedig spoedig onder het alluvium weg.

De situatie C2 is gelegen nabij de kampong Oeroeng. De rivier wordt hier door een op den rechteroever gelegen rotsmassief afgebogen en ingesnoerd. De heuvel reikt slechts tot ca 20 m boven den rivierbodem en is vrij smal. Benedenstrooms ervan wordt een alluviaal oeverland aangetroffen. Voortzetting van den heuvelrug is noch in de rivier, noch op den linkeroever te bespeuren. In de rivier wordt zand aangetroffen, terwijl de linkeroever uit zanderige alluviale klei bestaat.

De situatie C3 is gelegen nabij kampongcomplex Benteng. Hier breekt de rivier duidelijk door een heuvelrug. Op den linkeroever is de heuvelaansluiting het meest uitgesproken, het vrij zware rotsmassief reikt hier tot ca 25 m boven het rivierbed. Op den rechteroever is de rug meer verbrokkeld en reikt slechts met een smallen neus tot aan de rivier. Tusschen den heuvelvoet en den oever bevindt zich hier een smalle alluviale vlakte. In de rivier is geen rots aangepeild, doch op grooter diepte is deze vrij zeker aanwezig. Nabij den linkeroever, waar de rivier door den steilen top terzijde wordt gedwongen, is een 5 m diepe geul uitgeschuurd.

Alvorens nu tot een bespreking van de keuze van de damplaats over te gaan, dienen eenige algemeene gezichtspunten naar voren te worden gebracht.

Sub 1. Het bouwen van een dam *in de rivier* in deze drie situatie's stuit op groote bezwaren. Het westmoessondebiet van de Sadangrivier is 3 à 400 m^3/sec groot, terwijl regelmatig bandjirs optreden. In den westmoesson kan in deze vernauwingen dus zeker niet gebouwd worden. Doch ook in den oostmoesson treden herhaaldelijk grootere debieten op. De eigenlijke periode der laagwaterstanden duurt slechts enkele maanden, terwijl dan nog in een normaal jaar debieten van 70 à 80 m^3/sec geregistreerd worden.

Bovendien is de eenige situatie, waar rots op bodemhoogte wordt aangetroffen (C1), zoo smal, dat de dam daar toch in ieder geval in den rechteroever zou moeten worden ingebouwd. Daarbij vormt de 8 m diepe geul een groote moeilijkheid, daar deze voor een eventueele fundeering geheel drooggepompt zou moeten worden.

Op grond van het voorgaande werd besloten van het

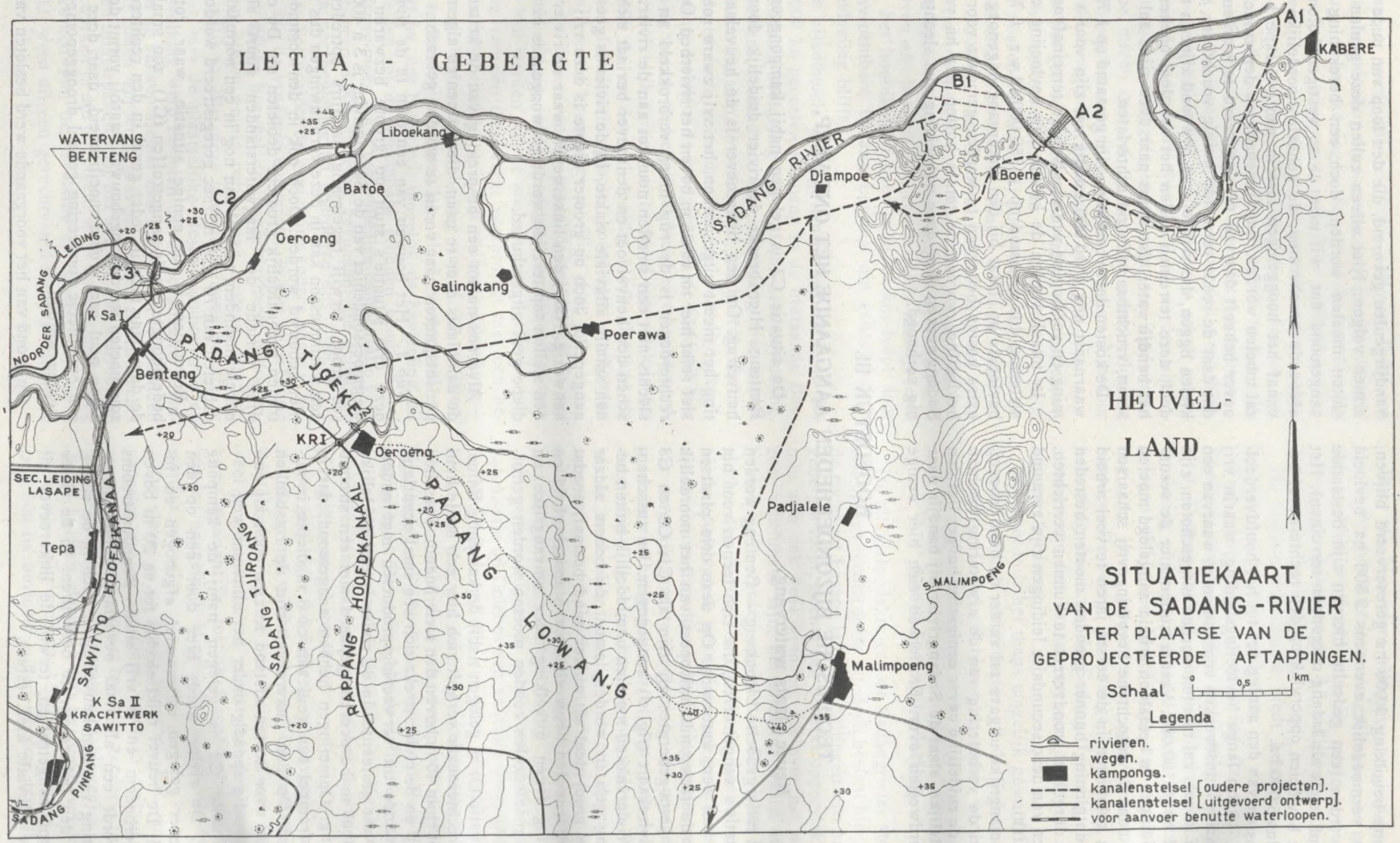

LETTA - GEBERGTE
WATERVANG BENTENG
LEIDING
NOORDER SADANG
C2
C3
K Sa I
Benteng
Batoe
Oeroeng
Liboekang
Galingkang
Poerawa
SADANG RIVIER
Djampoe
Boene
A1
KABERE
B1
A2
PADANG TJOEKE
KRI
Oeroeng
HEUVEL-
LAND
SEC. LEIDING LASAPE
Tepa
SAWITTO HOOFDKANAAL
SADANG TJIROANG
RAPPANG HOOFDKANAAL
PADANG LOWANG
Padjalele
S. MALIMPOENG
Malimpoeng
K Sa II
KRACHTWERK SAWITTO
SADANG PINRANG
SITUATIEKAART
VAN DE SADANG - RIVIER
TER PLAATSE VAN DE
GEPROJECTEERDE AFTAPPINGEN.
Schaal 0 0,5 1 km
Legenda
rivieren.
wegen.
kampongs.
kanalenstelsel [oudere projecten].
kanalenstelsel [uitgevoerd ontwerp].
voor aanvoer benutte waterloopen.

Fig. 3.

bouwen van een dam in de rivier af te zien en over te gaan tot een watervang *in een coupure*.

Sub 2. Bij het bouwen in een coupure was het van veel belang een coupure op den linkeroever te vinden. Daar werd n.l. een kampongweg aangetroffen, die met weinig kosten snel kon worden verhard. Koos men een coupure op den rechteroever, dan moest òf een nieuwe weg van 8 km lengte van Lasape af langs de uitloopers van het gebergte worden aangelegd, òf een brug over de Sadang-rivier worden gebouwd. Beide oplossingen brachten niet alleen hooge kosten mede, doch vertraagden bovendien de uitvoering. Gelet op den korten bouwtijd, die ter beschikking stond (de watervang moest eind 1939 voltooid zijn), werd hierin een groot bezwaar gezien.

Sub 3. In verband met de ligging der kanalen was de situatie *3* belangrijk gunstiger dan de situatie's *1* en *2*. De splitsing der Rappang- en Sawittokanalen kan n.l. eerst plaats vinden nadat de doorgaande heuvelrug, de Padang Tjoeké-Tjoeké, gepasseerd is. Deze heuvelrug nu is dezelfde als de rug, die bij Benteng door de Sadangrivier wordt doorbroken. Kiest men dus situatie *3* voor den bouw van den watervang, dan liggen de beide kanalen onmiddellijk achter dezen heuvelrug en kunnen spuisluis en hoofdverdeelwerk gecombineerd worden. Wordt de watervang gebouwd in de situatie's *1* of *2*, dan is een onverdeeld hoofdkanaal ter lengte van resp. 3 en 1,5 km noodig. Dit eischt een groote extra uitgave, nog afgezien van het feit dat dit kanaal in de laagvlakte benoorden den heuvelrug niet geheel veilig ligt. Er zal n.l. een lange en hooge bandjirdijk moeten worden aangelegd, terwijl de beschikbare zanderige klei zich voor dijksbouw minder goed leent.

Beschouwt men thans in het licht van het voorgaande de verschillende mogelijke coupures, dan valt het volgende op te merken.

Situatie C1, rechteroever.

De coupure krijgt een gunstige aanmonding en de ligging van de inlaatsluis is gunstig. Zij eischt echter een belangrijk rotsverzet in den steilen, hoogen heuvel. Verder ligt het oeverland zoo laag, dat de bouwput slechts beschermd kan worden, wanneer een 3 m hooge waterkeerende dijk langs den oever wordt aangelegd. In verband met de groote snelheid, waarmede het water door de stroomversnelling schiet, is dit een weinig aantrekkelijke oplossing. Tenslotte ligt de coupure, wat den toegang betreft, op den verkeerden oever en eischt deze situatie het langste hoofdkanaal.

Situatie C1, linkeroever.

Hier is geen coupure met een redelijke aanmonding mogelijk. Door de bocht bij Liboekang komt de inlaatsluis bovendien in een dooden hoek te liggen.

Situatie C2, rechteroever.

De coupure krijgt een goede aanmonding, doch de inlaatsluis ligt minder gunstig. Dit is echter met op grond van modelproeven aan te brengen stroomgeleiders te verbeteren. De fundeeringsbodem bestaat uit steen en is dus gunstig, het rotsverzet is niet overmatig groot (ca 160 000 m³). De coupure ligt, wat den toegang betreft, op den verkeerden oever en een hoofdkanaal van 1,5 km lengte is noodig.

Situatie C2, linkeroever.

De coupure krijgt een goede aanmonding, doch de inlaatsluis komt alleen goed te liggen wanneer de coupure belangrijk langer wordt gemaakt dan in de andere situaties noodig is. De bodem bestaat uit zanderige klei, doorschoten met zandlagen. Voor het ontgraven van de coupure is dit een voordeel, hoewel dit door de groote lengte weer eenigszins wordt teniet gedaan. Voor de fundeering van den watervang is het een groot nadeel; kostbare maatregelen zullen getroffen moeten worden tegen onderloopschheid en uitkolking. Wat den toegangsweg betreft ligt deze coupure op den goeden oever, terwijl een onverdeeld hoofdkanaal van 1,5 km lengte noodig zal zijn.

Situatie C3, rechteroever.

De coupure krijgt een goede aanmonding en de ligging van de inlaatsluis is gunstig. Het rotsverzet is zeer groot. De genoemde kleine neus is n.l. ongeschikt voor het fundeeren van een dam, zoodat men meer naar binnen zal moeten gaan, waarbij ook benedenstrooms een vrij hooge heuvel zal worden aangesneden. Verder ligt de coupure op den verkeerden oever wat den toegangsweg betreft, doch er is geen onverdeeld hoofdkanaal noodig.

Situatie C3, linkeroever.

De coupure eischt een vrij groot rotsverzet (ca 220 000 m³), doch een gering verzet in alluvialen grond. De aanmonding en de ligging van de inlaatsluis zijn zeer gunstig. Het kunstwerk wordt geheel op rots gefundeerd. De coupure ligt op den goeden oever en er is geen onverdeeld hoofdkanaal noodig.

Resumeerende blijkt de *situatie C3, linkeroever,* in alle opzichten gunstig te zijn, behalve ten aanzien van het groote rotsverzet. Mede overwegende, dat voor rotsverzet de aanschaffing der machinale hulpmiddelen een belangrijk deel der kosten vormt en dat deze aanschaffing voor 160 000 m³ en 220 000 m³ vrijwel gelijk is, werd besloten deze situatie te kiezen en den watervang dus te bouwen in een coupure op den linkeroever nabij Benteng.

Volledigheidshalve dient hier vermeld te worden, dat alvorens deze beslissing werd genomen, nagegaan werd of wellicht met een vrije aftapping kon worden volstaan. In verband met het vereischte peil van aftapping is de eenige plaats, die voor een dergelijke wijze van wateronttrekking in aanmerking komt, een steile heuvelrug, die ten Zuiden van Boene tot in de rivier reikt (zie *fig. 3,* de heuvel ligt ten Zuidwesten van den door ir. V e r w e ij ontworpen watervang in coupure). De inlaatsluis ligt hier gunstig, doch de situatie eischt den aanleg van een ca 450 m lange tunnel die, in verband met de groote capaciteit van het kanaal, kostbaar wordt. Benedenstrooms van de tunnel volgt het hoofdkanaal vrijwel het tracé van ir. V e r w e ij, het is daarom in *fig. 3* niet aangegeven. Ook het hoofdverdeelwerk komt op de in het plan-V e r w e ij gedachte plaats.

Bij nadere beschouwing blijkt een dergelijke vrije aftapping echter diverse bezwaren te hebben. Ten eerste is van een eigenlijke kedoeng-vorming geen sprake. In de rivier wordt geen vaste drempel aangetroffen, slechts is langs den heuvelvoet door uitschuring een diep gat in den zandbodem ontstaan. De

eerste vaste drempel, die benedenstrooms van de inlaatsluis wordt aangetroffen, ligt bij Batoe op 6 km afstand. Hier ligt de gemiddelde bodem echter (ongeacht het ± 8 m diepe gat) ca 5 m lager. Een voortschrijdende verlaging van het nog niet in evenwicht zijnde rivierbed is dus waarschijnlijk. Dit is echter met het oog op het reeds hooge aftappeil niet toelaatbaar.

Ten tweede kan het Sawittokanaal thans niet meer, zooals in het ontwerp-V e r w e ij was geprojecteerd, rechtstreeks door de vlakte naar Benteng gevoerd worden. De diepe bochtinscharing belet dit, tenzij hooge kosten gemaakt worden om deze inscharing vast te leggen. Het beste zal zijn het onverdeelde hoofdkanaal langs het tracé van het vroegere Rappangkanaal zuidwaarts te voeren en eerst na de doorgraving met de Padang Lowang te splitsen. Het Sawittokanaal zou dan — doch in omgekeerde richting — het tracé volgen van het huidige Rappangkanaal. Daar de doorgraving door de Padang Lowang echter 14 m diep is en het kanaal een capaciteit van 64 m^3/sec krijgt, wordt dit onverdeelde hoofdkanaal wel zeer kostbaar.

Een ingestelde becijfering wees dan ook uit, dat de vrije aftapping slechts weinig goedkooper is dan een watervang. Mede gelet op de mogelijkheid van bodemverlaging werd er dus van afgezien.

Keuze type watervang.

Een blik op de tranchekaart leert, dat in het riviergedeelte Liboekang — Benteng slechts een watervang met beweegbare stuwmiddelen mogelijk is. De gekozen damsituatie nabij Benteng biedt nu het voordeel dat, doordat een groot gedeelte van de coupure in rots is uitgehakt, daarin een groote snelheid kan worden toegelaten. Hierdoor kon op de kosten van deze coupure een groote besparing worden verkregen. Daarbij komt dat, terwijl de hoogteligging van de oevers geen hooger stuwpeil dan + 21,75 toelaat, tijdens de betrekkelijk zeldzaam voorkomende grootste bandjirs onderwaterzettingen tot + 23,50 kunnen worden getolereerd. Daar de maximum bandjirstand benedenstrooms op + 21,50 te stellen valt, staat dus een aanzienlijk verhang ter beschikking.

In verband met de hoogteligging van het rivierbed werd de bodemhoogte van de coupure gesteld op: bovenstrooms + 14, benedenstrooms + 13. Een berekening met de formule voor den onvolkomen overlaat van ir. V l u g t e r leert dan, dat in den watervang een effectieve breedte van 72 m noodig is. Kiest men een hydraulisch gunstigen pijlervorm, dan wordt deze breedte verkregen door 8 openingen van 10 m, 4 openingen van 19 m of 2 openingen van 37,50 m. De stuwhoogte bedraagt 7,75 m.

In beschouwing diende thans te worden genomen welk type schuif voor de afsluiting van deze openingen moest worden gekozen. In Indië waren tot 1936 slechts vlakke schuiven toegepast, voor de kleinere afmetingen voorzien van S t o n e y-rollen, voor de grootere van loopwielen. Ervaring met de in Europa zeer gebruikelijke cylinderstuwen en segmentstuwen bestond hier te lande niet. Verder deed zich bij het opmaken van het ontwerp de moeilijkheid voor, dat dit binnen zeer korten tijd gereed moest zijn en dat slechts weinig literatuur ter beschikking stond. Geraadpleegd werden: S c h o k l i t s c h „Der Wasserbau", Weenen 1930, en K u l k a „Der Eisenwasserbau", Berlijn 1928.

In beschouwing werden genomen:

a) de cylinderstuw;
b) de segmentstuw;
c) de vlakke schuif.

Sectorstuwen en dakstuwen werden buiten beschouwing gelaten, omdat dit meer eigenlijk constructies zijn voor een lagere stuwhoogte dan hier noodig was, terwijl beide typen bovendien onder water gelegen kwetsbare deelen bezitten, waarvan de duurzaamheid onder tropische omstandigheden aan twijfel onderhevig is.

Bij de vergelijking dienden de volgende principieele punten als grondslag.

Sub 1. Afvoer van bovenwater is bepaald noodzakelijk; schuiven, die alleen geheven kunnen worden, zijn niet toelaatbaar. De Sadangrivier voert n.l. veel drijvend hout af en wanneer dit niet regelmatig over de stuw afgevoerd wordt, vormen zich, naar de ervaring op Java geleerd heeft, voor de inlaatsluis ware eilanden.

Sub 2. De stuwmiddelen moeten een zeer robuste constructie hebben. Bij het hout zijn n.l. zware stammen. Blijven deze eenigen tijd ronddraaien in de wals beneden de schuif, dan krijgt deze zware stooten. Vakwerkconstructie's werden daarom niet toelaatbaar geoordeeld.

Sub 3. De stuwmiddelen dienen zooveel mogelijk te worden opgebouwd uit gereed aangevoerde onderdeelen. Het ijzerwerk moest n.l. per schip naar Pare-Pare worden vervoerd en van daar over 40 km afstand, langs een toentertijd nog primitieven grindweg met enkele steile hellingen, naar Benteng. Een bijzondere moeilijkheid was nog dat in dezen weg een vakwerkbrug voorkwam van 3,00 m breedte en slechts 2,95 m vrije hoogte. Het aanvoeren van aaneengelaschte onderdeelen van een cylinderstuw bijv. is over deze brug onmogelijk. Verder was te vreezen dat voor beschadiging gevoelige onderdeelen, zooals deelen van geconstrueerde liggers met uitstekende plaateinden, ernstige schade zouden lijden tijdens het transport. Het verdiende dus aanbeveling de afmetingen zoo te kiezen, dat de verschillende onderdeelen afgewerkt getransporteerd konden worden. De maximum afmetingen der stukken werden vastgesteld op: lengte 11,00 m, breedte 2,50 m, hoogte 1,50 m en gewicht 8 ton.

Sub 4. Het verdiende aanbeveling het totaal ijzergewicht zoo laag mogelijk te houden en de schuiven zoo mogelijk hier te lande te doen vervaardigen. De 25 millioen welvaartsbijdrage toch diende principieel zooveel mogelijk ten goede te komen aan Ned.-Indië: leveringen uit het buitenland moesten dus tot een minimum worden beperkt.

Thans moge een korte bespreking volgen van de in beschouwing genomen typen.

a) D e c y l i n d e r s t u w.

Deze constructie bestaat, zooals bekend, in zijn eenvoudigsten vorm uit een plaatijzeren cylinder,

welke aan de onderzijde voorzien is van een schild. In dezen vorm leent de constructie zich slechts voor beperkte stuwhoogten. Als wenschelijke verhouding tusschen de lengte en den diameter van de cylinder wordt opgegeven 8 : 1. Bij de te Benteng noodige lengte van 37,50 m zou men dan komen tot een cylinderdiameter van 4,75 m en dus tot een stuwhoogte van ca 6,25 m. De grootste bekende uitvoering van dit type cylinderstuw is die van het Raanaafoss-waterkrachtwerk in Noorwegen, waar de cylinder een diameter van 5 m en een lengte van 45 m heeft. De cylinder is voorzien van een schild van 1,50 m, zoodat de stuwhoogte 6,50 m bedraagt.

Voor grootere stuwhoogten is een type ontwikkeld met een vrij van den cylinder staand stuwschild. Een der hoogste cylinderstuwen van dit type is die van het Forshuvudfoss-waterkrachtwerk in Zweden, die 8,85 m hoog is bij 17,00 m lengte.

Beide constructie-wijzen zijn overigens voor de Sadang-stuw onbruikbaar, omdat zij niet toelaten dat bovenwater wordt afgevoerd.

Om dit bezwaar te ondervangen (dat in Europa met het oog op ijsgang minstens even belangrijk is als hier te lande m.h.o. op hout) werden in de latere jaren een aantal cylinderstuwen zoodanig uitgevoerd, dat zij over een hoogte van ca 1,00 m achter een drempel kunnen worden neergelaten. Met deze constructie werden echter tot dusver geen gunstige ervaringen opgedaan; de waterdichte afsluiting blijkt hierbij groote moeilijkheden op te leveren.

Vervolgens ging men over tot het aanbrengen van een omklapbaar schild aan den bovenkant van den cylinder. Daarbij vormt dit schild een (beweegbaar) deel van den cylinderwand, zoodat het cylindervormig oppervlak bij neergeslagen klep volledig hersteld is. Omtrent de doeltreffendheid van deze constructie konden in 1936 geen gegevens worden verkregen. Inmiddels is schrijver dezes echter uit de sindsdien verschenen publicaties van het in 1935 te Brussel gehouden XVIde Internationaal Scheepvaartcongres gebleken, dat deze constructie wel bevredigend werkt, doch vrij ingewikkeld is. Zoo moest bij de hoogst uitgevoerde stuw van dit type (stuwhoogte 7,70 m — dus nagenoeg gelijk aan de Sadangstuw —, lengte 31,50 m, gebouwd in 1933 te Rockenau) de 1,50 m hooge klep over de lengte in twee deelen worden verdeeld om wringing ten gevolge van de doorbuiging van den cylinder te ontgaan. Op verscheidene plaatsen zijn ingewikkelde rubberafdichtingen aangebracht die, zooals bekend, in Indië steeds moeilijkheden opleveren.

Bovendien gaat op deze wijze het groote voordeel van de cylinderstuw, de robustheid die zware stooten kan verdragen, vrijwel verloren. Men kan bij deze constructies niet aan de gedachte van een zekere gezochtheid ontkomen. Zelfs het voordeel van de eenvoudige eenzijdige aandrijving verdwijnt bij de laatstvermelde uitvoering.

Tenslotte is het ijzergewicht van cylinderstuwen vrijwel steeds hooger dan dat van andere vormen. Voor de genoemde cilinderstuw te Raanaafoss wordt opgegeven 6 ton/m, voor die te Forshuvudfoss 8 ton/m. Een cylinderstuw van 37,50 m lengte en 7,75 m hoogte als te Benteng benoodigd is, zou minstens 10 ton/m moeten wegen. Dit is ca tweemaal het gewicht van de thans uitgevoerde constructie. Dit was mede een der redenen waarom dit type werd terzijde gelegd.

b) De segmentstuw.

De segmentstuw bestaat in zijn eenvoudigsten vorm uit een op een vakwerk aangebrachte segmentvormige beplating. Het vakwerk wordt gesteund door een portaal met hooggelegen steunpunten. Deze steunpunten zijn als draaipunten met kogellagers uitgevoerd, zoodat de geheele constructie om deze punten kan draaien. Het segment wordt uit het water geheven door kettingen of heugelstangen, waarbij de geheele door het water uitgeoefende druk naar de draaipunten wordt overgebracht en de hefkracht, doordat slechts tapwrijving optreedt, betrekkelijk gering is.

In dezen vorm zijn segmentstuwen in Europa slechts voor betrekkelijk lage stuwhoogten uitgevoerd. In Amerika gaat men echter tot 7 à 8 m, terwijl, blijkens publicatie No. 52 van het hoogergenoemde Scheepvaartcongres, voor den Michailov-dam in de Moskaurivier in Rusland een zeer merkwaardige vorm van dit type is gebouwd. Dit is een segmentstuw met een stuwhoogte van 7,00 m, welke een opening van 33 m afsluit. Het stuwlichaam bestaat uit een lensvormigen kokerligger, welke een zoodanige stijfheid tegen wringing bezit, dat de stuw aan één zijde kan worden opgetrokken.

Daar deze vormen geen bovenwater kunnen afvoeren, komen zij voor den watervang Benteng niet in aanmerking.

Voor den afvoer van bovenwater — in het bijzonder met het oog op ijs — voert men de grootere segmentstuwen in Europa tegenwoordig uit met een opzetklep. In den watervang te Ladenburg is een dergelijke segmentstuw aangebracht met 5,50 m stuwhoogte voor een breedte van 36 m, terwijl te Münster een dergelijke constructie wordt aangetroffen voor 23,30 m breedte met 7,50 m stuwhoogte.

Deze segmentstuwen met klep hebben echter dezelfde bezwaren als de cylinderstuwen met klep, n.l. dat een goede dichting niet zonder rubberaanslagen te verwezenlijken valt en dat de constructie vrij kwetsbaar is.

Het ijzergewicht van deze segmentstuwen is belangrijk geringer dan dat van cylinderstuwen.

Voor de segmentstuw te Ladenburg wordt opgegeven 4 ton/m, voor die in de Moskau-rivier 6,5 ton/m, hetgeen toe te schrijven is aan de veel robuster constructie van den kokerligger. Met de Russische constructie wordt een der grootste bezwaren van de segmentstuw ondervangen, n.l. dat het stuwlichaam bestaat uit een vakwerk, dat zeer kwetsbaar is tegen stooten van zware drijvende boomen. Voorzien van een klep voor den afvoer van bovenwater verdient dit type voor de toekomst alle aandacht.

In 1936 was van deze nieuwe constructie echter niets bekend. Te overwegen viel toen alleen dat de segmentstuw met klep zeer kwetsbaar is en in Indië vrij zeker niet uitgevoerd zou kunnen worden. Als voordeel tegenover de vlakke schuif kon alleen genoemd worden de geringere hefkracht. Dit voordeel is echter van weinig belang wanneer men, zooals te Benteng het geval is, over electrische energie be-

schikt. Besloten werd dus van toepassing van dit type af te zien.

c) De vlakke schuif.

Hiervan komt alleen in aanmerking de meerdeelige vlakke schuif op loopwielen. In Indië zijn deze schuiven tot dusver slechts uitgevoerd volgens het z.g. M.A.N.-patent, waarbij de bovenschuif *achter* de onderschuif wegzakt. Verder is één schuif — de spuischuif van den watervang Argogoeroh in de Way Sekampoeng — uitgevoerd met een draaibare klep.

Naast het M.A.N.-type was reeds vroeger bekend het z.g. haaktype, waarbij de bovenschuif in haakvorm wordt uitgevoerd. Deze haak, waarvan de afgeronde horizontale arm als overstortgeleider dient, zakt weg *voor* de onderschuif en vindt tegelijk steun daartegen. Een voordeel van het haaktype is dat de bovenschuif grooter kan worden gekozen dan bij het M.A.N.-type, hetgeen voor het afvoeren van boomen van belang kan zijn.

In de latere jaren is naar voren gekomen het type met driehoekig vakwerkligger-systeem, waarop een scharnierende klep is aangebracht. Dit is bijv. tot uitvoering gekomen in de stuwen in de Maas te Lith en in de Belgische Maas te Ramet Yvoz (zie *De Ingenieur* 1935 pag. B. 219 en 1938 pag. B. 74, benevens de publicatie's No. 42 en 48 van het XVIde Internationale Scheepvaartcongres).

Alle genoemde typen leenen zich zeer goed voor de te Benteng noodzakelijke stuwhoogte van 7,75 m. Er zijn zelfs vlakke schuiven uitgevoerd voor veel grootere stuwhoogten, doch dan wordt meestal aan een driedeelige schuif de voorkeur gegeven. Wat de breedte der af te sluiten openingen betreft, deze wordt in Europa tegenwoordig op 25 tot 40 m gesteld.

Het ijzergewicht dezer schuiven is vrij gunstig. Voor de schuiven te Lith, die een hoogte van 7,25 m bij een breedte van 38,00 m bezitten, bedraagt dit gewicht 7,5 ton/m, voor die te Ramet Yvoz, die 7,35 × 24,00 m meten, 5 ton/m. Hierbij moet echter in het oog worden gehouden dat de laatste schuiven geheel gelascht zijn, een constructiewijze waartegen bij velen, met het oog op de trillingen, die in het schuiflichaam optreden, bedenking bestaat.

Bij de constructievormen met kleppen ontmoet men vanzelfsprekend dezelfde moeilijkheden als bij cylinders en segmenten: de kleppen zijn kwetsbaar tegen stooten en slechts af te dichten met rubberstrooken, die in Indië niet houdbaar zijn. Daarbij komt dat de kleppen in bepaalde standen onderhevig zijn aan trillingen, al kan dit door het aanbrengen van straalbrekers blijkbaar grootendeels worden ondervangen.

Gekozen werd voor het voorloopig ontwerp de gewone M.A.N.-schuif, terwijl bij de aanbesteding de inschrijvers vrijheid werd gelaten met een ander type in te schrijven. Hierbij was in het bijzonder gedacht aan het haak-type, waarvoor niet over constructieve bijzonderheden beschikt werd. Deze verwachting is niet in vervulling gegaan; er werd slechts ingeschreven met M.A.N.-schuiven. Deze zijn dan ook tot uitvoering gekomen.

Vóór echter tot aanbesteding kon worden overgegaan, moest worden beslist welke breedte voor de schuiven zou worden aangenomen. Zooals reeds vermeld werd, gaf de grootste breedte uit financieel oogpunt de voordeeligste oplossing, omdat elke meter meerdere coupure-breedte eenige duizenden m³ rotsverzet beteekende.

De eerste begrenzing van de breedte werd gevormd door de afmetingen der schotbalken. In verband met het bijzondere karakter van den watervang Benteng toch werd het aanbrengen van schotbalken bepaald noodzakelijk geacht. Door de Sadangstuw zal n.l. in de toekomst water voor een krachtwerk worden geleverd, zoodat een ononderbroken watertoevoer een bepaalde eisch is. Daarbij is de watervang de eerste in Ned.-Indië, die geheel in gewapend beton is uitgevoerd. Regelmatige inspectie van de vloeren en den onderkant der pijlers is dus noodzakelijk.

De maximum lengte, welke practisch aan schotbalken kan worden gegeven, is op 25 m te stellen. Daar een even aantal openingen in verband met de windwerken gewenscht was, had men dus de keuze tusschen 8 openingen van 10 m, 6 van 13 m en 4 van 19 m.

Een tweede begrenzing werd gevormd door de transportmogelijkheden. Zooals reeds vermeld werd, werd het noodzakelijk geacht vakwerken te vermijden en dus de hoofdliggers van de schuiven als geconstrueerde liggers uit te voeren. Transport van liggers van 19 m nu moest als uitgesloten worden beschouwd. Ook het op de afgelegen bouwplaats samenstellen van dergelijke zware geconstrueerde liggers stuitte op groote bezwaren. Van de toepassing van liggers van 19 m werd dus afgezien. De keuze tusschen 13 m en 10 m was moeilijker. Tenslotte gaf de overweging dat het ijzergewicht bij 10 m het kleinst is en dat de winst van 5 pijlers van 2,50 m tegenover 7 pijlers van 2,00 m slechts 1,50 m bedroeg, de doorslag. Gekozen werden dus 8 schuiven van 10 m nuttige breedte.

De schuiven zijn robuster uitgevoerd dan met het oog op de optredende krachten noodzakelijk is. Zoo werden de hoofdliggers van de onderschuiven, ten einde vakwerkstaven te vermijden en het geheel bestand te maken tegen zware stooten, onderling verstijfd door een zwaar Vierendeel-verband. Verder werd de beplating van onder- en bovenschuif resp. 13 en 10 mm dik gekozen, terwijl volgens de berekening met 11 en 5 mm had kunnen worden volstaan. Dit geschiedde voor de onderschuif met het oog op aantasting door roest en voor de bovenschuif om deuken door stooten van drijvende boomen te voorkomen.

Een en ander leidde er toe dat het gewicht van de schuiven tenslotte ca 5 ton/m bedroeg, wat voor een dergelijke geringe breedte vrij groot is. Daarvoor is dan echter ook een zeer robuste constructie verkregen, wat op deze afgelegen plaats een groot voordeel is.

Voor verdere bijzonderheden betreffende de schuiven moge verwezen worden naar het binnenkort in dit tijdschrift verschijnende artikel van ir. R. Th. Hees over de uitvoering der Sadangwerken. Hierin zal ook een afbeelding der afsluitmiddelen worden opgenomen.

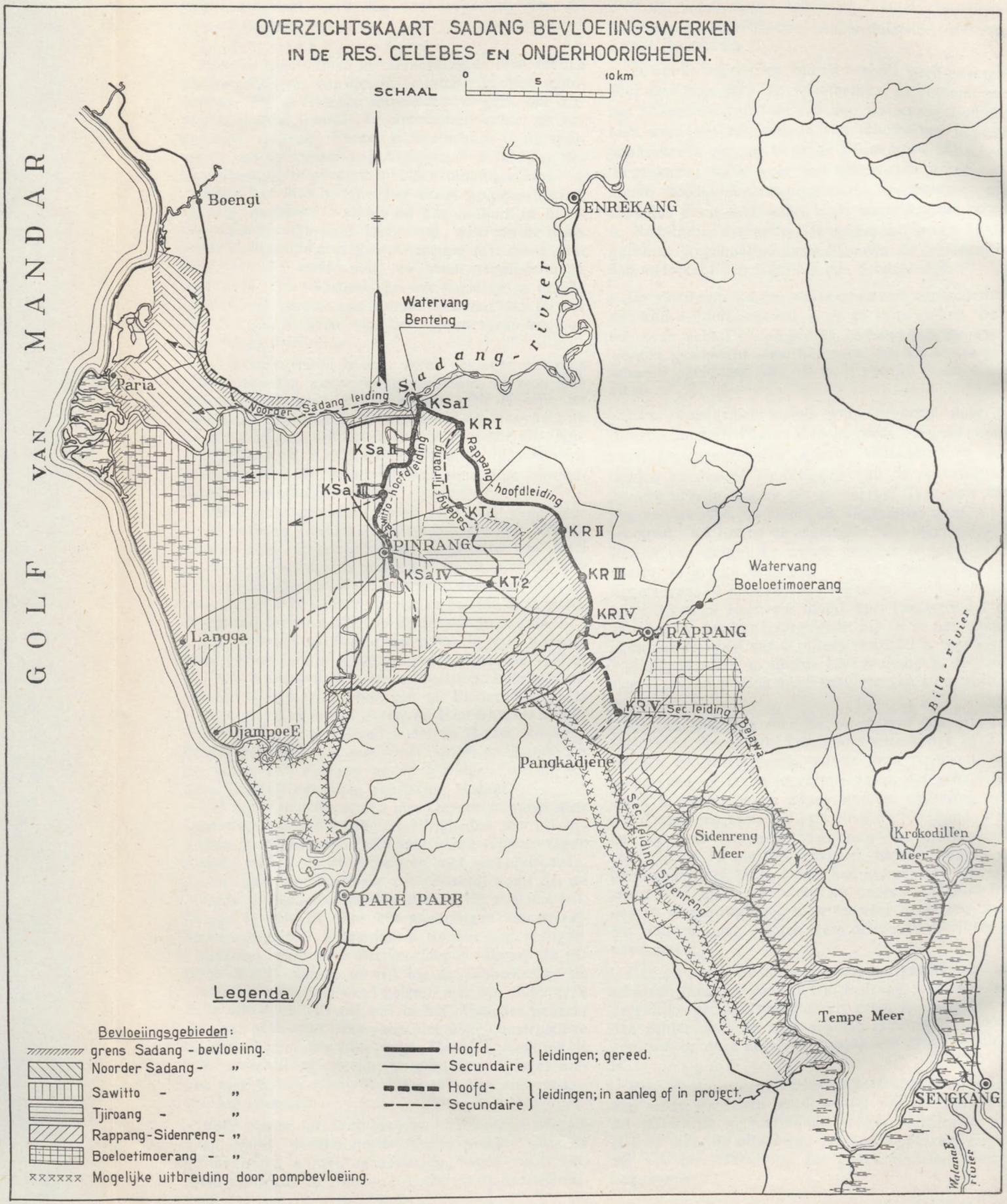

OVERZICHTSKAART SADANG BEVLOEIINGSWERKEN
IN DE RES. CELEBES EN ONDERHOORIGHEDEN.
SCHAAL
0 5 10 km
GOLF VAN MANDAR
Boengi
ENREKANG
Watervang Benteng
Sadang-rivier
Paria
Noorder Sadang leiding
KSa I
KR I
KSa II
Rappang hoofdleiding
Tjiroang
KSa III
Sawitto hoofdleiding
Tjiroang bijlepes
KT 1
KR II
PINRANG
KSa IV
KT 2
KR III
Watervang Boeloetimoerang
KR IV
RAPPANG
Langga
Bila-rivier
KR V
Sec. leiding Belawa
DjampoeE
Pangkadjene
Sec. leiding Sidenreng
Sidenreng Meer
Krokodillen Meer
PARE PARE
Tempe Meer
SENGKANG
Walanae-rivier
Legenda.
Bevloeiingsgebieden:
grens Sadang - bevloeiing.
Noorder Sadang - "
Sawitto - "
Tjiroang - "
Rappang-Sidenreng - "
Boeloetimoerang - "
Mogelijke uitbreiding door pompbevloeiing.
Hoofd- Secundaire } leidingen; gereed.
Hoofd- Secundaire } leidingen; in aanleg of in project.

Fig. 4.

Eenige bijzonderheden betreffende het kanalenstelsel.

De vakverdeeling van het Sadangbevloeiingsgebied valt in vier groote onderdeelen uiteen (zie overzichtskaart *fig. 4*), n.l.:

1e. de Noord-Sadang-bevloeiing;
2e. de Sawitto-bevloeiing;
3e. de Tjiroang-bevloeiing;
4e. de Rappang-Sidenreng-bevloeiing.

De *Noord-Sadang-bevloeiing* is reeds besproken in Hoofdstuk II en zal dus verder buiten beschouwing worden gelaten.

De *Sawitto-bevloeiing* ontvangt water uit het hoofdverdeelwerk door middel van het Sawittokanaal. Het gebied is bruto ca 40 000 ha groot. Hoeveel daarvan uiteindelijk bevloeid zal worden valt op het oogenblik niet nauwkeurig te zeggen; voorloopig is aangenomen 75% of 30 000 ha. Bovendien zullen 1 500 ha bevloeid kunnen worden in de ten Zuiden van Djampoë gelegen Soepavlakte. Op deze bevloeiing, waarvoor vermoedelijk een pompstation gebouwd zal moeten worden, zal in Hoofdstuk IV nader worden teruggekomen.

Het Sawittokanaal is slechts over 4 km als gegraven leiding uitgevoerd, daarna gaat het over in de bestaande bandjirgeul Sadang Pinrang. Hierdoor treedt op een betrekkelijk korte strekking een vrij groot vervalverlies op, waardoor de mogelijkheid ontstond om het verdeelwerk K Sa II te combineeren met een laagdrukkrachtwerk. Hierover zullen in Hoofdstuk IV eenige bijzonderheden worden vermeld.

Van de vakverdeeling van het Sawittogebied valt nog niet veel te vertellen. In de Sadang Pinrang zullen voorloopig nog twee verdeelwerken worden gebouwd: KSa III, dat nagenoeg gereed is, en KSa IV, dat vermoedelijk in 1942 zal worden voltooid. Daarmede zal een belangrijk deel der bestaande sawahs van water kunnen worden voorzien, terwijl voldoende met bosch en alang-alang bedekte terreinen in de bevloeiing zullen worden opgenomen om in de eerstvolgende jaren de verwachte transmigratie op te nemen. Bevloeiing en afwatering van de moerassige gronden in het Westen en Noordwesten van de vlakte zullen nog nader in studie moeten worden genomen.

De *Tjiroang-bevloeiing* ontvangt water uit de Sadang Tjiroang, een ouden bandjirarm van de Sadangrivier, die thans benoorden de kruising met het Rappangkanaal is afgesloten. In dit riviertje wordt bij KR I bevloeiingswater afgelaten, dat op de velden zal worden gebracht met twee hulpwatervangen KT 1 en KT 2. De eerste hiervan is gereed, hij bestaat uit een klepstuw (systeem V l u g t e r) met 3 kleppen van 3,50 m breedte en 3,00 m stuwhoogte. Het totaal bevloeibaar oppervlak van het Tjiroanggebied bedraagt ca 5 000 ha.

De *Rappang-Sidenreng-bevloeiing* ontvangt water uit het Rappangkanaal. Terwijl voor de beide reeds genoemde onderdeelen voor het aanvoeren van bevloeiingswater met voordeel gebruik kan worden gemaakt van bestaande afvoergeulen, die in vroeger tijd door bandjirwater in het terrein zijn uitgeschuurd, dient voor de gronden om het Sidenrengmeer een bevloeiing met volledig gescheiden aan- en afvoer te worden aangelegd. Het Rappangkanaal tapt af in het hoofdverdeelwerk, verstrekt bij het verdeelwerk KR I water voor de Tjiroangbevloeiing, passeert de reeds genoemde Padang Lowang en begint bij de kampong Marewa op ruim 13 km afstand van den watervang te bevloeien. Ten Zuiden van Rappang ligt op 30 km afstand van den watervang het hoofdverdeelwerk KR V, waar het kanaal zich splitst in de secundaire leidingen Belawa en Sidenreng. De laatste kruist den reeds genoemden trog ten Noorden van Pangkadjene en bevloeit dan de gronden ten Westen en Zuidwesten van het Sidenreng-meer; de Belawaleiding voert water aan voor de gronden ten Noorden en ten Oosten van het meer. Beide leidingen zijn tezamen ca 40 km lang. Het totale te bevloeien oppervlak in het Rappang-Sidenreng-gebied is 20 500 ha groot.

Het totale oppervlak van het bevloeiingsgebied op den zuidelijken oever van de Sadangrivier bedraagt dus ca 57 000 ha, terwijl op den noordelijken oever 5 000 ha bevloeid zullen worden. Met een oppervlak van 62 000 ha of bijna 90 000 bouws behoort het Sadanggebied tot de grootste gebieden die in Ned.-Indië van technische bevloeiing zijn voorzien.

De waterbehoefte is op landbouwkundig advies gesteld op 0,8 l/sec per bouw of 1,12 l/sec per ha. De zuidelijke inlaatsluis diende dus berekend te worden op 64 m^3/sec, de noordelijke op 5,6 m^3/sec. Voor de hoofdinlaat zijn ontworpen 7 openingen van 2,50 m breedte en 2,55 m hoogte, afgesloten door electrisch aangedreven schuiven, terwijl de noordelijke inlaatsluis eenvoudigheidshalve uit één dergelijke opening bestaat. De windwerken van alle schuiven konden daardoor gelijk zijn, zoodat met een beperkt aantal onderdeelen kan worden volstaan.

Achter de hoofdinlaatsluis volgt een bemetseld spuipand van 400 m lengte. Daar dit spuipand in verband met de situatie met een scherpe bocht moet aansluiten aan de inlaatsluis, is in dit eerste gebogen gedeelte de snelheid op 1,20 m/sec gesteld, ten einde neerslag van slibstoffen tegen te gaan. Daarachter volgt een normaal spuipand waarin de snelheid bij normaal debiet en leegen slibzak afneemt van 0,58 m/sec tot 0,42 m/sec, terwijl bij gevulden slibzak de snelheid ca 0,70 m/sec bedraagt en dus gelijk is aan de snelheid in de hoofdkanalen. Bij het spuien wordt een snelheid opgewekt van 3,40 m/sec. De spuiing blijkt zeer bevredigend te werken; tijdens het opruimen van de restanten van een tijdelijken afsluitdam werden zelfs vrij groote steenstukken weggespuid.

De spuisluis bestaat uit 7 openingen van 2,50 m. Het spuikanaal leidt in rechte strekking naar de rivier, die beneden den watervang een bocht maakt, terug. Het kanaal kon onbekleed blijven door de gelukkige omstandigheid dat op ca 100 m benedenstrooms een rotsdrempel werd aangetroffen.

De spuisluis KSa I is, zooals bekend, tevens hoofdverdeelwerk. Hier wordt het water verdeeld over de Rappang- en Sawittokanalen, terwijl ook een tweetal tertiaire vakken water ontvangt. Alle openingen

zijn afgesloten door schuiven, die voor de Rappangleiding zijn bovendien voorzien van Venturimeters teneinde een nauwkeurige registratie der, aan dit op grooten afstand gelegen bevloeiingsgebied verstrekte debieten mogelijk te maken. Voor de Sawittoleiding zijn de schuiven uitgevoerd als z.g. Crump-de Gruyter schuiven, ten einde een globale meting mogelijk te maken.

Alle schuiven van het kunstwerk KSa I worden electrisch aangedreven met automatische uitschakeling in hoogsten en laagsten stand. Dit was noodzakelijk omdat, door de waterverstrekking aan het krachtwerk, slechts weinig tijd voor een spuiing beschikbaar is. De electrische aandrijving bleek overigens slechts tot een betrekkelijk geringe verhooging van de kosten te leiden en levert veel gemak op. Waar electrische energie beschikbaar is, kan deze aandrijving dan ook sterk aanbevolen worden.

Zoowel aan het eerste pand van het Sawittokanaal als aan het Rappangkanaal is een zoo klein mogelijk verhang gegeven, wat het eerste betreft met het oog op het krachtwerk, voor het tweede teneinde de bevloeiingsgrens zoo hoog mogelijk te houden. In beide kanalen bedraagt de snelheid ca 0,70 m/sec. De berekening is uitgevoerd met de formule van Strickler onder aanname $K = 50$. De b/h-verhouding bedraagt voor het Sawittokanaal 6 tot 7, voor het Rappangkanaal 5, het laatste in verband met de vrij aanzienlijke ingravingen, die in de Padang Lowang noodig bleken.

Het Sawittokanaal kruist ten Zuiden van kampong Benteng de zandbeddingen van den ouden bandjir-arm Sadang Pinrang. Teneinde lekverliezen — die door de nabijheid van de Sadangrivier aanzienlijke afmetingen zouden kunnen aannemen — te voorkomen, is het kanaal hier over ca 500 m lengte van een betonbekleeding voorzien. Nabij het krachtwerk, waar het kanaalpeil ruim 2 m boven het terrein ligt, is verder over 900 m lengte een taludbekleeding aangebracht. Alle bekleedingen zijn uitgevoerd in beton 1 : 3 : 6 en hebben tot dusver goed voldaan.

Van de kunstwerken voor de waterverdeeling valt te vermelden dat in grootere mate dan tot dusver gebruikelijk was, van vrije aftappingen is gebruik gemaakt. Door het groote oostmoessondebiet zullen de kanalen n.l. vrijwel steeds vol debiet bevatten, zoodat tegen toepassing van vrije aftappingen weinig bezwaar kan bestaan. Daarbij bieden deze in dit geval groote voordeelen. Het is daardoor n.l. mogelijk de aftappunten zoodanig te kiezen, dat een minimum lengte aan secundaire en tertiaire leidingen wordt verkregen, hetgeen met het oog op het door de bevolking te verrichten grondverzet van veel belang is. Bovendien kan thans met een beperkt aantal opstuwinrichtingen volstaan worden, wat ten eerste gunstig is voor het totale drukverlies en ten tweede besparing geeft.

Alle tertiaire en secundaire aftappingen zijn voorzien van overlaatschuiven type Romijn. Bij de vrije aftappingen zijn deze zoodanig gedimensionneerd, dat bij 50% van het voldebiet nog de vereischte hoeveelheid bevloeiingswater kan worden afgelaten.

Omtrent de overige kunstwerken vallen geen bijzonderheden te vermelden. In de lange trancheleidingen komen vanzelfsprekend een groot aantal doorlaten voor. Deze zijn in gewapend beton uitgevoerd en zooveel mogelijk gelijkvormig gehouden; zij bestaan uit 2, 3 of 4 gekoppelde vierkante kokers. Ook de syphons onder de grootere rivieren zullen als dergelijke kokers uitgevoerd worden.

Tenslotte dient nog iets medegedeeld te worden over de afdamming van de Sadang Tjiroang. Deze oude Sadangarm doorbreekt de Padang Tjoeké-Tjoeké bij Oeroeng (zie *fig. 3*, niet te verwarren met Oeroeng aan de rivier). Daar de vlakte ten Noorden van den heuvelrug in 1936 nog vrijwel geheel met bosch en glagah bedekt was en de bandjirgeulen nabij de rivier reeds vroeger gedicht waren, trad bandjiroverslag toentertijd alleen op in den vorm van een langzame doorsijpeling door dit boschscherm. Het riviertje Tjiroang voerde vrijwel slechts water af van een aantal heuvelafvoeren, waarvan de S. Malimpoeng de voornaamste is. Niettemin was het gevaar van een gedeeltelijke verlegging van de rivier naar dezen ouden arm niet denkbeeldig, zooals uit de volgende peilen moge blijken. De oever bij de bochtinscharing ten Zuidwesten van Djampoë ligt op + 24,50, het moeras ten Zuiden daarvan op + 22,00, de bodem van de Sadang Tjiroang bij de kampong Poerawa op + 19,60 en de bodem van hetzelfde riviertje in de doorbraak door den heuvelrug op + 16,00. Waar de hoogste bandjirstand bij de bochtinscharing toen reeds gesteld moest worden op + 25,50 en zoowel de hoogte der bandjirs als in het bijzonder ook de frequentie der hoogere standen door de opstuwing bij Benteng zou toenemen, moest hier een voorziening worden getroffen. Deze is gezocht in het afdammen van de Tjiroang bij Oeroeng. De afsluitdam reikt tot + 26 en is dus ruim 10 m hoog. Bovenstrooms van den dam ontstaat door het van de heuvels afvloeiende water een meer, waarvan het water regelmatig geloosd wordt door een in den heuvelrug gebouwden koker. De dam is dus te beschouwen als een wadoekdam en is dan ook dienovereenkomstig gedimensionneerd en uitgevoerd.

Als een typische bijzonderheid kan nog worden vermeld dat, toen de grondslag schoongemaakt werd, op den linkeroever een belangrijke zandafzetting werd aangetroffen. De heuveldoorbraak bleek niet alleen te bestaan uit de ca 10 m breede bedding van de Tjiroang, doch in werkelijkheid ca 40 m breed te zijn. In voorhistorische tijden moet dus een belangrijke tak van de Sadangrivier naar deze zijde zijn afstrooming gevonden hebben. Gelet op het feit dat de loop benedenstrooms van de doorbraak overal hetzelfde smalle profiel vertoont en geheel in alluviale klei is ingesneden, moet dit geweest zijn ten tijde dat de depressiezône nog een zeestraat was. Beschouwt men de genoemde peilen dan is het wel zeer merkwaardig, dat de rivier in de vele duizenden jaren, die sindsdien verloopen zijn, nimmer in de oude bedding is teruggekeerd.

(Slot volgt).

8e JAARGANG
NUMMER 5

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

MEI
1941

IV. MIJNBOUW EN GEOLOGIE.

„DE MIJNINGENIEUR"

INHOUD: Uit de literatuur. — Economische mededeelingen.

UIT DE LITERATUUR.

In *Mining & Metallurgy* van September 1940 wordt er nogmaals op gewezen, dat tin en mangaan, van het standpunt der U.S.A. bezien, de belangrijkste twee zijn onder de strategische metalen. In het betreffende nummer wordt tin in beschouwing genomen.

De volgende feiten worden in welingelichte kringen aanvaard:

1e. Niettegenstaande beweringen van het tegenovergestelde (sommige emaneerend van prominente, doch onwetende leden van het Congres) zijn ondanks voortdurend en deskundig onderzoek geen tinhoudende afzettingen, die als erts kunnen worden aangemerkt in N.-Amerika gevonden.

2e. De totale productie van binnenlandsche mijnen bedroeg sinds den laatsten oorlog 600 ton, waartegenover een consumptie van 1 500 000 ton staat.

3e. De voornaamste bronnen van tin met de geraamde productiemogelijkheid in 1941 (in long ton) zijn als volgt:

Malakka	90 000
Ned.-Indië	50 000
Bolivia	40 000
Thailand	20 000
Belg. Congo	15 000
Nigeria	13 000
China	11 000

4e. De laatste jaren is de wereldproductie gecontroleerd door de Internationale Tin Commissie, beheerscht door Engeland en werkende door de Regeeringen der produceerende landen. Hoewel de consumenten dikwijls kritiek hebben uitgeoefend op de drastische restrictie, moet worden toegegeven, dat een zekere mate van stabiliteit werd bereikt en dat de contrôle meer succes had dan de meeste van soortgelijke ondernemingen.

5e. Van 1917 tot 1923 waren twee smelterijen in bedrijf in de U.S.A.; één van de American Smelting and Refining Co. en de tweede van de National Lead Co., Simon Patino en Williams Harvey & Co. in Engeland. Deze beide produceerden in totaal 65 000 ton tin met een maximum van 15 761 ton in 1920. De opzet was een gevolg van den oorlog en was gebaseerd op Boliviaansch erts. Zij werden gestopt, omdat het onmogelijk bleek te concurreeren met tin uit Malakka en Engeland. Pogingen werden nog gedaan om een recht te heffen van 2 cents per lb tin als metaal (Fordney - Mc.Cumber Tariff Act van 1922), maar toen dit niet werd aangenomen, verdween de binnenlandsche smeltindustrie.

6e. Boliviaansche ertsen zijn van een lager gehalte dan de meeste andere; de concentraten zijn lastiger te verwerken en bevatten ongewenschte verontreinigingen, die zich niet direct bij de smelting laten verwijderen.

Door ze te mengen met ertsen van groote zuiverheid wordt het gehalte aan bijmengselen door de verdunning verlaagd en de schadelijke invloed ervan verminderd. Eén der factoren voor de mislukking van de tinsmelting in Amerika was het drastische uitvoerrecht op tinertsconcentraten uit Malakka; daar dit niet gold voor Engeland, waren de U.S.A. in een zeer ongunstige positie.

7e. Verbruikers van tin en met name de blikfabrikanten prefereeren het tin van de Straits. Dit is evenwel grootendeels een kwestie van vooroordeel en er bestaat weinig twijfel dat de metallurgen in staat zullen zijn uit de Boliviaansche ertsen elke gewenschte kwaliteit tin te bereiden.

8e. Ongeveer de helft van de normale consumptie van tin is in den vorm van blik voor verpakking. In geval van nood zou van een groot aantal artikelen de verpakking ook op andere wijze kunnen geschieden. Doch als ingredient van lagermetalen, soldeeren andere alliages is tin zoo superieur, dat het practisch gesproken onmisbaar is.

Als een maatregel van paraatheid behooren de U.S.A. 50 000 ton beschikbaar te hebben en nog liever 75 000 ton.

Toen de U.S.A. tot het besef kwamen, dat de beste methode om buiten een oorlog te blijven zou zijn, zich dusdanig te prepareeren, dat geen vijand een aanval zou wagen, was een der eerste stappen die genomen werd, de tinsituatie onder de oogen te zien. Het gevolg hiervan was de overeenkomst met de I.T.C., waarbij het quotum op 130% werd gesteld en de U.S.A. (the Metal Reserve Corporation) tegen een vastgestelden prijs van 50 dollarcents per lb c.i.f. Amerika al het aangeboden metaal tot medio 1941 zou afnemen.

Nu het Europeesche continent als afnemer vrijwel geheel is komen te vervallen, is er voor export naar Amerika meer tin beschikbaar. Momenteel wordt geraamd, dat het

volgend jaar 60 000 à 70 000 ton tin Amerika zal bereiken boven de industrieele behoefte. Indien er maar zekerheid bestond, dat niets den aanvoer zou hinderen, zou er van een „probleem" geen sprake behoeven te zijn. Maar de U.S.A. zijn niet geneigd ten volle te rekenen op den aanvoer uit Oost-Azië, in verband met de Japansche houding. Dit is dan ook de reden, dat het Boliviaansche tin aan belangrijkheid wint. Indien 3 000 ton tin per maand uit Bolivia kan worden verkregen, zouden de V.S., door uitsluiting van de niet essentieele behoeften, zich kunnen redden.

Bolivia zelf is om verschillende redenen niet de geschikte plaats voor een smelterij en het is derhalve logisch in de U.S.A. zelf een smeltbedrijf te vestigen, dat op verwerking van de Boliviaansche ertsen is ingesteld. De Regeering is van de noodzaak van dezen maatregel overtuigd en zoekt thans naar de beste wijze van uitvoering. Het is duidelijk dat hierbij financieele steun van het gouvernement in den een of anderen vorm onontbeerlijk is. Deze kan zijn:

1e. het heffen van een invoerrecht van 2 à 4 cents per lb op tin als metaal en geen op erts, hetgeen een aansporing zou vormen voor de Oostersche smelters om een deel van den uitvoer naar hun grootsten afnemer in den vorm van erts te bewerkstelligen.

Deze gedragslijn zou aan te bevelen zijn als de plannen gericht zijn op de vestiging van een permanent smeltbedrijf in Amerika. Een voordeel van dit plan is, dat daarbij tevens een organisatie van ervaren ingenieurs en technologen wordt gekweekt en een groep van vakarbeiders gevormd, waardoor een smelterijbedrijf met deskundige bezetting — en dit laatste is bij ondernemingen van deze soort een belangrijke factor — dan ten allen tijde beschikbaar is.

2e. Het gouvernement zou, ingeval de oprichting van een smeltbedrijf als tijdelijke maatregel wordt beschouwd, een premie kunnen betalen van enkele centen voor elk lb tin, dat geheel in Amerika is versmolten. Aangezien geen toezeggingen mogen worden gedaan, dat de subsidie voor een bepaalden tijdsduur zal worden verleend, zal het Gouvernement moeten helpen bij het financieren der onderneming. Geraamd wordt dat $ 2 500 000 ruim voldoende zal zijn voor een capaciteit van 50 000 ton tin per jaar. De smelting kan door het Gouvernement worden beheerd, of wel door particulieren ten behoeve van het Gouvernement. De plaats van vestiging zou kunnen zijn in de omgeving van Los Angelos, bij Puget Sound, waar goedkoop electrische energie beschikbaar is, of bij de Gulf Coast met haar goedkoope gasvormige brandstof. Het gouvernement zou evenals de bouw van een klein oorlogsschip, het project kunnen beschouwen als deel van het mechanisme der landsverdediging. Wanneer de vrede in de wereld terugkeert kan de onderneming worden gesloten en afgeschreven.

3e. Een particuliere ondernemer zou ervoor gewonnen kunnen worden een (wederom tijdelijke) smelterij te bouwen en te exploiteeren, waarbij het kapitaal in korten termijn, zeg drie jaar, kan worden afgeschreven. Het gouvernement zou dan waarschijnlijk op zich moeten nemen om den prijs van tin op een zeker minimum te handhaven. Evenals onder 2e zou dit een noodmaatregel zijn en vestiging van een permanent smeltbedrijf niet overwogen worden.

Door een vertegenwoordiger van de Nederlandsch-Indische belangen werd een voorstel ingediend, dat de vestiging van permanent smeltbedrijf omvat, waarbij gerekend wordt op aanvoer van 70 000 ton Boliviaansch erts van 50% en 30 000 ton Ned.-Indisch erts van 70%. Financieele gouvernementeele hulp zou in den aanvang verlangd worden; maar indien de Ned.-Indische ertsen beschikbaar zouden blijven voor menging met de Boliviaansche en als de eerste kosten van het bedrijf zijn afgeschreven, wordt verwacht, dat het tin in de open markt zal kunnen concurreeren zonder subsidie.

Er ligt een zekere anomalie in het beeld dat de grootste verbruiker van tin elk pound ervan als zuiver metaal moet invoeren. Er is dan ook een redelijke kans om aan te nemen, dat als de wereld ooit weer eens meer normaal zijn zal, de omstandigheden zich zoo zullen vormen, dat ook in de Vereenigde Staten tinconcentraten zullen worden versmolten.

Intusschen zijn twee dingen geboden:

1e. Er moet een smelterij worden opgericht in staat om Boliviaansch erts in bruikbaar tin om te zetten.

2e. Elk pound tin, dat beschikbaar is, moet worden opgekocht en gereserveerd onder contrôle van de Regeering.

*

In *Mining Journal* van 14 September wordt melding gemaakt van een verbeterde methode voor de ondergrondsche vergassing van kolen, welke in Rusland werd beproefd. De nieuwe werkwijze zou de noodzaak van schachten en galerijen ter voorbereiding van de vergassing elimineeren, terwijl volstaan zou kunnen worden met twee putten tot in de koollaag.

Nadat de verbranding is ingeleid, wordt door één der putten samengeperste lucht toegevoerd, waarna het ontwikkelde gas door de tweede put wordt opgevangen. In theorie ziet het procédé er wel zeer eenvoudig uit.

Volgens het artikel hebben de voorloopige experimenten gunstige resultaten opgeleverd en binnenkort zullen ze op grooter schaal in het Moscovische kolenbekken verder worden uitgewerkt.

*

Mining Journal van 21 September wijst op het gebruik van kopermolybdeenstaal als materiaal voor de kogels in de cylindermolens voor de vermaling van erts.

Op een afgelegen mijn in Oost-Nicaragua, waar transportkosten een hoogst belangrijken factor vormen en het derhalve noodig was zoo duurzaam mogelijk materiaal te gebruiken, werd na tal van proefnemingen de keuze op bovengenoemde staalsoort bepaald. Cijfers omtrent het staalverbruik per ton vermalen erts geeft het artikel niet; slechts wordt vermeld, dat nabestellingen zijn gevolgd.

Ook enkele andere ondernemingen in Amerika en elders gebruiken dit soort kogels en daarmede zouden lage vermalingskosten zijn bereikt.

*

In het nummer van 12 October van *Mining Journal* wordt een beschouwing gegeven over de diamantindustrie. Er zal wel geen tak van den mijnbouw zijn, waarin de invloed van den oorlog meer geprononceerd en van grooter strekking is geweest, dan de diamantindustrie. De geleidelijke nadering van de ramp had reeds verandering ge-

bracht in het karakter van de vraag naar edelsteenen, waardoor het aanzien van de markt in het afgeloopen jaar werd beïnvloed. Door de verarming van de Europeesche beleggers en de drastische contrôle op deviezen en export is aan deze tijdelijke stimulans om kapitaal in diamanten te beleggen een einde gekomen en de vooruitzichten voor de juweelenbranche zijn voorloopig gelimiteerd tot de Vereenigde Staten, Indië, Canada en de Latijnsch Amerikaansche Staten. Met de mogelijkheid, dat Amerika in den oorlog zal worden betrokken voor oogen en de snel stijgende belastingen nemen de onzekerheden voor de diamantmarkt toe.

De diamantindustrie is de meest hecht vereenigde van alle takken van minerale productie. Deze samenhang is het resultaat van de noodzaak om de productie te beperken met het oog op den allesbeheerschenden factor van prijshandhaving. De Diamond Corporation controleert 95% van de productie en geen producent van eenige beteekenis staat er buiten; dit is dus nog aanzienlijk meer dan in de tinindustrie.

Ook in een ander opzicht ondergaat de diamantindustrie een evolutie en wel door de intensieve ontwikkeling van het gebruik van diamanten in de industrie, speciaal die der productie van oorlogsbehoeften. Ongeveer $\frac{2}{3}$ van de wereldproductie in gewicht, met ongeveer $\frac{1}{4}$ van de totale waarde, vindt toepassing in de industrie. De vorderingen, die gemaakt zijn bij de verbetering van diamanten snijgereedschappen zijn belangrijk. Hierdoor wordt niet alleen een afzet gevonden voor wat quantitatief het grootste deel van de wereldproductie is, maar ook wordt het materiaal verbruikt, zulks in tegenstelling met de edelsteenen voor sierdoeleinden, waarvan de productie medewerkt aan de vermeerdering van de steeds groeiende „pool" in de handen der massa en waarvan de prijs min of meer dient te worden gehandhaafd.

De wereldproductie aan diamanten, zoowel industrieele als edelsteenen, bedroeg in 1939 circa 12 485 320 karaat ter waarde van ruim $ 40 000 000, d.i. 7,4% boven het gewicht van 1938, maar 1% beneden de waarde ervan. Ruim 12 000 000 karaat is uit Afrika afkomstig, waarvan meer dan $\frac{2}{3}$ uit de Belgische Congo en ruim 10% uit Zuid-Afrika. De productie van de Congo bestaat voor 95% uit industrieele steenen.

Brazilië produceerde 1 250 000 karaat, waaronder een tweetal groote steenen: de President Vargas van 726 karaat en de Darcy Vargas van 455 karaat.

De Goudkust produceerde ruim 1 000 000 karaat en Portugeesch West-Afrika (Angola) 690 000 karaat.

*

In *Mining & Metallurgy* van November 1940 beschouwt Bosqui de ontwikkeling van de flotatie in de laatste 20 jaren. Geen ander proces heeft in de laatste halve eeuw zooveel opgang gemaakt en zooveel bijgedragen tot de bevordering van efficiency en economie in de extractie van waardevolle mineralen. Practisch een ieder heeft gehoord van deze wonderlijke procedure, waarbij veelal de zware deelen drijven en de lichtere zinken. De kosten ervan zijn relatief gering; het gemiddelde bedraagt in Amerika, inclusief breken en malen, 70 dollarcents per ton, waarvan minder dan 25 dollarcents aan chemicaliën.

Tot 1920 was de toepassing hoofdzakelijk beperkt tot de scheiding van de gezamenlijke sulfiden van het ganggesteente. Niettegenstaande deze beperking werden op deze wijze aanmerkelijk betere extractie-rendementen verkregen door nabehandeling van de tailings der oude concentratiemethoden. Bovendien was nu de ontginning mogelijk van arme en van fijnverdeelde ertsen, die tevoren niet verwerkbaar waren wegens de hooge verliezen in de fijnste fracties.

Daarna ontwikkelde zich de selectieve flotatie, waarbij door toevoeging van verschillende reagentia de metaalsulfiden ieder afzonderlijk werden geconcentreerd. De procédé's werden mogelijk gemaakt door de ontdekking van een heele reeks organische collectoren en berusten op het principe van de selectieve depressie en activeering van mineralen. Van groot belang is deze werkwijze voor de samengestelde sulfidische ertsen van lood-zink, koperpyriet, koper-lood-zink en andere metalen.

Waar goud en zilver gebonden zijn aan sulfiden, wordt thans veelal de flotatie en cyanideering gecombineerd, waardoor een belangrijk beter rendement kan worden bereikt, vooral indien een hooge concentratieverhouding mogelijk is. De selectieve flotatie heeft bovendien het groote voordeel dat de concentraten een aanzienlijk hooger gehalte aan elk der metalen bevat dan vroeger met de massaflotatie der sulfiden mogelijk was, zoodat de smeltkosten wegens de geringere hoeveelheid aan ongewenschte bestanddeelen belangrijk konden worden teruggebracht. Reeds spoedig werden pogingen in het werk gesteld om het procédé ook voor oxydische ertsen toe te passen, waarbij allereerst van het idee werd uitgegaan om de oxyden met een sulfidisch huidje te bedekken. Later is deze methode, welke o.a. op lood-zilverertsen en malachitische koperertsen werd toegepast, verdrongen door het gebruik van organische collectoren.

Op gebied der niet-metalen wordt van flotatie op groote schaal gebruik gemaakt voor fosfaten (het „pebble"veld van Florida), verder voor zuivering van zwavel, grafiet, fluoriet, veldspaat en talk. Ook magnesiet, bariet en gips kunnen op deze wijze veelal met succes ontdaan worden van verontreinigingen.

Veel van de kennis betreffende flotatie is verkregen door probeeren („trial-and-error method") in de laboratoria, want de physisch-chemische werkingen, die een rol spelen, zijn zoo gecompliceerd, dat de resultaten in elk speciaal geval meestal niet te voorspellen zijn. Ofschoon de autoriteiten op dit gebied het op vele punten van de theorie nog niet met elkaar eens zijn, zijn er toch belangrijke vorderingen gemaakt betreffende het begrijpen van de werking der collectoren en de aanhechting der luchtbelletjes.

Flotatie is voor de wereld in het algemeen in de laatste jaren van groot belang geweest. Niet alleen is de exploitatie van nieuwe hoeveelheden ruwe grondstoffen er mogelijk door gemaakt en daarmede werkelijke rijkdom aan de maatschappij toegevoegd, maar ook, door vermeerdering der hoeveelheid grondstof en gelijktijdige verlaging der kosten, heeft de flotatie sterk bijgedragen tot het verkrijgen van een goedkoop eindproduct.

In hetzelfde tijdschrift worden de volgende suggesties aan schrijvers van technische artikelen gegeven:

1) overtuig je, of wat je te zeggen hebt, de moeite waard is;
2) lees wat anderen over het onderwerp hebben geschreven;

3) denk om je lezers — druk je even duidelijk uit als in een gesprek;
4) vermijd onnoodige zaken, tracht niet te toonen hoeveel je wel weet;
5) wees royaal met erkenning van de verdiensten van anderen;
6) schenk bijzondere aandacht aan inleiding en slot;
7) houd het logische verband in het oog; corrigeer zorgvuldig fouten in spelling, stijl en punctuatie;
8) als de tijd het toelaat, laat het een maand liggen; herlees en herzie het dan. Bekort het!
9) indien mogelijk, laat het manuscript lezen zoowel door iemand, die wèl, als door iemand die géén verstand van het onderwerp heeft;
10) praat er niet teveel over, zoolang het niet verschenen is, het manuscript kan geweigerd worden!

Hetzelfde nummer geeft een artikel over de winning van vloeispaat in Zuid-Illinois en West-Kentucky, in welke streken dit een belangrijke industrie is.

De voornaamste verbruiker van vloeispaat (80%) is de staalindustrie, waar in het basische openhaardproces van 5 tot 8 lbs per ton staal worden gebruikt, ter vergemakkelijking van de smelting en ter verkrijging van een dunvloeibare slak. Als kwaliteitseisch wordt meestal gesteld 85% CaF_2 en hoogstens 5% SiO_2 (gravel).

In de tweede plaats komt de chemische industrie voor de bereiding van HF, waarvan de aluminiumindustrie veel noodig heeft voor de vervaardiging van synthetische kryoliet. Dit vereischt de beste kwaliteit (acid grade) met 98% CaF_2 en hoogstens 1% kiezelzuur.

Vervolgens komt de glasindustrie, waar het wordt gebezigd bij de bereiding van opaak glas en opaliseerend glas- en aardewerk. Voor dit doel wordt verlangd een gehalte van 97% CaF_2 en hoogstens 2% kiezelzuur.

Op verschillende mijnondernemingen wordt de ruwe fluoriet met behulp van flotatie tot de gewenschte eindproducten geconcentreerd.

*

Chemical Engineering & Mining Review van October bevat een artikel over het voorkomen van kwikzilver in Australië en Nieuw-Zeeland.

Kwik is een der weinige metalen, die niet in voldoende mate in het Britsche Imperium worden geproduceerd. De voornaamste leverancier was Spanje, doch in de huidige omstandigheden is deze bron niet betrouwbaar.

Het voornaamste gebruik van kwik is als fulminaat voor slaghoedjes, voor chemicaliën, in apparaten en voor amalgamatie van goudertsen.

De belangstelling voor de Autralische kwikertsvoorkomens is dan ook tegenwoordig groot; voornamelijk worden ze gevonden in Queensland, waarvan dat te Kilkivan het belangrijkste is. Het erts (cinnaber) komt er voor in een andesitische breccie, welke is ontstaan door vervanging van het oorspronkelijke gesteente uitgaande van spleetjes, door calciet en kwarts; de cinnaber bevindt zich voornamelijk als adertjes in de calciet.

Eenige cijfers worden gegeven van het gehalte, dat varieert van 0,82 tot 3,23% over breedten van 1 à 1,5 m.

In Nieuw-Zeeland is het belangrijkste voorkomen in het Puhipuhi district. Het gesteente is hier grauwacken en schalies, doorbroken en overdekt door basalt. Het ertsvoorkomen is gebonden aan een uitgestrekte breukzône, waarin door hydrothermale activiteit chalcedonische kwarts werd afgezet, die later gebreccieerd en gemineraliseerd is door afzetting van cinnaber langs de spleetjes. De breedte der ertsafzetting varieert van 1 tot 10 m; het gehalte gaat tot 5% Hg toe.

Cinnaber kan goed gefloteerd worden, doch deze behandeling wordt nog sporadisch toegepast. Op een Mexicaansche mijn werd gefloteerd door toevoeging van creosoot en pijnolie in de kogelmolens en xanthaat met aerofoat in den classifier-overloop. Het verkregen concentraat gaf echter moeilijkheden bij de verdere behandeling.

Directe roosting en verhitting van het erts is de eenvoudigste verwerkingsmethode en vindt derhalve vrijwel algemeen toepassing.

Hetzelfde tijdschrift geeft een beschrijving van de behandeling van sterk pyrrhotienhoudende goudertsconcentraten. Deze worden na zeer fijne vermaling met lucht geagiteerd in water, zonder toevoeging van kalk, gedurende 18 uren. Vervolgens laat men bezinken en decanteert de vloeistof. Daarna wordt met een oplossing van 0,08% NaCN en 0,005% CaO geagiteerd, waarbij in minder dan 24 uur een hooge goudextractie wordt verkregen bij een relatief laag cyanideverbruik van 1,5 à 3 kg per ton, niettegenstaande het hooge pyrrhotiengehalte.

Een ander artikel beschrijft de inrichting van een tinbagger, die in Australië werkt. Het is een 10 cu ft. Bucyrus-Erie, met 129 emmers, die tot een diepte van ruim 27 m kan baggeren.

Een kleisteker is aangebracht, doch, dank zij de practische inrichting en vorm van den emmer en den bek, lost het materiaal ook zonder dit hulpmiddel prachtig. De grond wordt gescheiden in een cribleur, en de doorloop over 10 viercellige Ruoss jigs verdeeld. Het grove materiaal, meestal kleibrokken, wordt verder gedesintegreerd tot 4 à 5″ en verdeeld over twee logwashers, die ter weerszijden van het ponton zijn aangebracht en waar verdere desintegratie wordt bewerkstelligd. Het verkregen product wordt op een trilzeef gescheiden en het fijne gedeelte in de jigs verder behandeld. De tailings kunnen tot 30 m achter het ponton worden gedeponeerd. Het primaire concentraat wordt in 2 viercellige Ruoss jigs verder aangerijkt en ten slotte in een jig van het pulseerende type tot eindproduct verwerkt.

Op circa $\frac{1}{3}$ van de ladderlengte boven den benedentuimelaar is een steunrol van 7 voet middellijn op rollagers gemonteerd ter ondersteuning van de ketting en om gemakkelijker te kunnen manoeuvreeren als gewerkt wordt tusschen de kalksteen „pinnacles", d.z. scherpe rotspunten op den bodem. Een 10 tons mechanische lier is opgesteld voor het verwijderen van boomstronken en dergelijke obstructies voor de emmerketting.

*

Mining Magazine van Augustus. Slechts twee mineralen van barium worden economisch ontgonnen n.l. bariet en witheriet en nu is het merkwaardig, dat, terwijl bariet wijd verspreid wordt aangetroffen, witheriet alleen in Noord-Engeland in economisch ontginbare hoeveelheid wordt gevonden. Toepassing vindt het mineraal onder meer als verzachtingsmiddel voor ketelwater, bij de samenstelling van zuurbestendig beton, in de pottenbakkerij en voor het oppervlakteharden van staal.

De Northumberland mijn is een vroegere loodmijn, waarvan in het westelijk gedeelte de 1 tot 3,5 m breede gang witheriet in plaats van galeniet bevat.

In de Durham mijn varieert de witheriet van eenige cm tot 5 meter. Afgezien van het bovenste gedeelte van de gang, waar de witheriet veranderd is in bariet — vermoedelijk door percolatie van sulfaathoudend water — is de kwaliteit van het erts vrij constant, met eenige toeneming van het $BaCO_3$-gehalte naar de diepte.

In beide mijnen zijn moderne verwerkingsinstallaties.

Het mijnerts wordt op een staafrooster gestort en het product, dat door het rooster valt vervolgens in een trommelzeef grondig gewasschen en op $1\frac{1}{2}$" afgezeefd. Uit het grove erts van het staafrooster wordt op bijzonder daartoe ingerichte tafels met de hand de zuivere en de steriele brokken verzameld en de middling in een breker tot 1" verkleind, om bij de doorloop van het staafrooster te worden gevoegd.

Door een serie van trommelzeven worden vervolgens 5 producten verkregen, die ieder in voor het doel speciaal ontworpen jigs worden gezuiverd. Het fijnste materiaal wordt geconcentreerd op Wilfleytafels.

Het met de hand uitgezochte grove zuivere erts wordt gedroogd en gebroken, daarna verpoederd en door luchtscheiding in cyclonen verzameld. Dit product bevat 95% $BaCO_3$ en 95% gaat door de 200 zeef.

Binnenkort zal de installatie worden uitgebreid voor de bereiding van een nog fijner product, waarvan 99,75% kleiner dan 240 B.S. zeef is.

Hetzelfde nummer geeft een artikel over asbest. De onzekerheid omtrent de economische mogelijkheden van een asbestvoorkomen vormt, onder de meest gunstige omstandigheden, steeds een probleem. De oorzaken hiervoor zijn de zeer uiteenloopende waarde van de verschillende kwaliteiten asbest, de groote wisselvalligheid in de hoedanigheid van het mineraal (lengte, sterkte en buigzaamheid van de vezel) en het moeilijk te ramen verlies in lengte van de vezels bij de winning en behandeling. Chrysotiel is de duurste soort in den handel, voornamelijk wegens de sterkte en de buigzaamheid der draden. Deze hebben een hooge trekvastheid en zijn wit, glad en zijdeachtig en derhalve uitermate geschikt voor spinnen, vooropgezet dat de lengte der vezels voldoende groot is. Bovendien is het ook superieur wat betreft hittebestendigheid.

Krokydoliet of blauwe asbest heeft een iets grootere trekvastheid dan chrysotiel, maar is niet zoo zijïg. Het is minder bestendig tegen hitte, daarentegen beter bestand tegen zuren en zeewater.

Amosiet bezit de physische eigenschappen van de blauwe asbest, maar verschilt er van in kleur en is grover van kwaliteit.

Tremoliet en anthophylliet behooren tot de minder bekende handelssoorten, daar zij ongeschikt zijn om gesponnen te worden en overigens schaarsch zijn.

In het algemeen komt de asbest voor op drie manieren:
1e. met de vezel loodrecht op de gangrichting;
2e. met de vezel min of meer evenwijdig aan de gang;
3e. onregelmatig door elkaar gerichte vezel.

De eerste wijze van voorkomen is het meest algemeen.

Zooals reeds gezegd, is de waarde van een asbestvoorkomen zeer moeilijk vast te stellen, daar de prijs van het product zich wijzigt met de vezellengte en er in dit opzicht een steeds varieerend rendement bij den winnings- en verwerkingsarbeid valt waar te nemen. Laatstgenoemde dient zich aan te passen aan de hoedanigheid van de delfstof, zoodat men zelden twee geheel gelijke installaties aantreft.

In Canada zijn twee aluminiumsmelterijen in bedrijf, één in Shawinigin en de andere te Arvida, beide in Quebec gelegen, en waarvan de laatste één der grootste ter wereld is. De bauxiet, die in Canada verwerkt wordt, is afkomstig van Britsch-Guyana. Voor de bereiding van een ton aluminium is behalve 4 ton bauxiet nog 3 ton van andere materialen benoodigd, waarvan de voornaamste zijn petroleumcokes, metallurgische cokes, kryoliet, fluoriet, natronloog en stookolie.

Petroleumkool was hoofdzakelijk afkomstig van de Golf van Mexico, terwijl de kryoliet uiteraard uit Groenland werd ingevoerd. Meer en meer werd evenwel overgegaan tot het bereiden van synthetische kryoliet uit vloeispaat, die voornamelijk uit Zuid-Europa werd betrokken.

Een groot deel van het aluminium werd afgeleverd als alliage met silicium, ijzer, mangaan, titaan, zink of chroom.

*

Engineering & Mining Journal van September. Werd in het nummer van Juli de toepassing besproken van in water gesuspendeerde galeniet voor de concentratie van zinkertsen, thans wordt een beschrijving gegeven van een dergelijk procédé voor ijzerertsen.

Als medium werd hierbij gekozen ferrosilicium (83% Fe, 14 à 15% Si en 1 à 2% C) op grond van het hooge soortgelijk gewicht, het weerstandsvermogen tegen oxydatie en de magnetische eigenschappen. Dit laatste opent de gelegenheid tot terugwinning ervan uit de tailing- en de concentraatmengsels langs magnetischen weg. Het procédé vindt voorloopig alleen toepassing op materiaal van $\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{4}$" en het fijne erts wordt nog in jigs verwerkt; doch ook voor deze fracties wordt het proces nader uitgewerkt.

Vermeld wordt dat de kosten ongeveer even hoog zijn als de concentratie in jigs, maar het rendement is beter.

*

Mining Journal van 19 October maakt melding van een nieuwe methode van vertinnen, die door de Standard Steel Spring Co. is uitgewerkt.

De bedekking van het staalblad bestaat half uit nikkel en half uit tin en wordt in twee achtereenvolgende lagen opgebracht door een electrolytisch procédé bekend onder den naam „corronizing". De kosten zouden dezelfde zijn als bij een geheele tinbekleeding volgens de tegenwoordige „hot dip" methode, maar ze heeft het voordeel (voor Amerika) dat minder tin benoodigd is.

Als procédé is „corronizing" niet nieuw en dateert van 1939, doch het werd toen uitsluitend toegepast voor het bedekken van staalplaat met nikkel en zink, waardoor blik wordt verkregen, dat bijzonder bestand is tegen corrosie.

*

In *Mining Journal* van 9 November behandelt de Japansche correspondent de ijzer- en staalproblemen van het land.

Daar de voorraad aan erts van hoog gehalte beperkt is, is steeds gezocht in de richting van uitbreiding der toepassing van speciale procédé's voor de bereiding van ijzer en staal uit ijzerzand, arme ertsen en sulfideslak.

Bij de meeste der onderzochte verwerkingsmethoden wordt gebruik gemaakt van roteerende ovens en groote bedragen werden besteed om de gepatenteerde installaties aan te schaffen; zoo zou de Krupp-Renn installatie alleen al 10 000 000 yen hebben gekost. Naast de Krupp-methode, is ook die van Basset gewild, terwijl ook verschillende sponsijzerprocédé's toepassing vinden. Een voordeel van de Basset-methode is, dat deze in cementovens kan worden uitgevoerd, waarbij zich een cementklinker naast zeer zuiver ijzer vormt. De smelttemperatuur is lager dan bij het Krupp-procédé, doch het continue bedrijf brengt vele moeilijkheden met zich mede.

Volgens de *Oriental Economist* wordt het Basset-proces door de Nippon Special Steel Tubing Co. ook toegepast voor zandertsen. Een belangrijke factor is, dat bij deze methode titaan volkomen verwijderd wordt, terwijl een groot deel van het vanadium wordt vastgehouden; het fosforgehalte is zeer laag (tot 0,0007%).

Dezelfde maatschappij wil ook ferronikkel produceeren in roteerende ovens; de ertsen zullen in Nieuw-Caledonië worden geleverd door een Fransch-Japansche onderneming; het erts bevat 48 — 52% Fe; 0,8 — 1,2% Ni, minder dan 5% SiO_2, 0,04% P en 0,4% S.

De kosten van de bovengenoemde bereidingsmethoden van ijzer zijn nog hoog. „Luppe" komt op 190 — 200 yen per ton, Basset ruwijzer kost 150 yen, en zelfs de mindere kwaliteit sponsijzer 100 yen. Ter vergelijking moge dienen, dat de prijs voor hoogovenijzer 91 yen bedraagt en Amerikaansche „scrap" 82 yen per ton. Ook doen zich bij de bijzondere procédé's veel meer bedrijfsstoringen voor dan bij de orthodoxe methode.

*

In *Mining Journal* van 30 November behandelt de Zuid-Afrikaansche correspondent o.m. de situatie van de mangaanertsindustrie. Als gevolg van den oorlog zijn bijna alle vroegere afnemers van dit erts komen te vervallen; hiertoe behoorden Duitschland, Noorwegen, Zweden, Frankrijk, Nederland, Czechoslowakije, België, Yoegoslavië en Spanje. Engeland is wel is waar nog bereikbaar, maar daar werden indertijd zeer groote voorraden aangelegd, zoodat belangrijke leveranties in de eerste tijden niet kunnen worden verwacht. De verschepingen naar de Vereenigde Staten hebben echter het verlies van de Europeesche markten meer dan goed gemaakt en de uitvoer neemt nog toe. Nieuwe afzetgebieden in Z.-Amerika of Canada zijn niet waarschijnlijk te verkrijgen, daar deze landen zelf het noodige produceeren.

Een dergelijk beeld als de mangaanertsen biedt ook de chromiet, waarvoor eveneens alle Europeesche markten verloren gingen en dat nu voornamelijk naar Amerika wordt verkocht. Door de ontginning van rijkere afzettingen, zoomede door de invoering van mechanische concentratie-methoden kan de Unie thans een product met een gehalte tot 54% Cr_2O_3 leveren, geschikt voor de bereiding van ferrochroom, hetgeen tot dusverre met de Zuid-Afrikaansche ertsen niet mogelijk was.

Door de bijzondere omstandigheden is Zuid-Afrika eveneens een belangrijk exportland van ijzerertsen geworden. Doordat voor Engeland eenige leveranciers van ijzererts kwamen te vervallen, wordt thans een beroep gedaan op Zuid-Afrika, dat goede ertsen in groote hoeveelheid bezit, doch in normale tijden niet kon concurreeren. Zuid-Afrika is bij machte om zoo noodig het heele Britsche imperium voor onbepaalden tijd te voorzien. Ongeveer 6 000 000 000 ton erts van 40 tot 60% Fe, bevinden zich in de districten Rustenburg en Pretoria, terwijl de hoeveelheid erts van lager gehalte een astronomisch cijfer bereikt.

Hetzelfde blad vermeldt, dat in Zweden, als gevolg van het gebrek aan bauxiet, proeven werden genomen met andalusiet als grondstof voor de aluminiumbereiding. Dit mineraal is een bijproduct uit de Bolidenmijnen en zou 35 — 40% Al bevatten. De experimenten moeten volgens het blad succes hebben gehad en de voorraad andalusiet zou voldoende zijn om de behoefte van Zweden, dat vroeger afhankelijk was van invoer van bauxiet uit Noorwegen en Amerika, te dekken.

Ir. A. van Hoek.

ECONOMISCHE MEDEDEELINGEN.

Productie van de voornaamste in Ned.-Indië gewonnen delfstoffen gedurende 1938/1940.

Delfstof	Eenheid	1940	1939	1938
Diamant	Kt	3 467	2 287	1 579
Goud	kg	2 812	2 525	2 378
Zilver	„	46 641	19 223	18 018
Aardolie	kgt	7 938 993	7 984 694	7 398 144
Steenkolen	„	2 009 422	1 780 632	1 456 647
Bauxiet	„	275 221	230 668	245 354
Mangaanerts	„	11 569	12 074	9 687
Tin	„	43 886	28 342	27 734
Asfaltkalksteen	„	741	5 383	6 224
Fosfaat	„	34 085	18 777	33 113
Zwavelproducten	„	16 920	17 570	16 242
Nikkelerts	„	55 540	23 535	20 000

Productie van aardolie in kgtonnen.

Gebied	1940	1939	1938
Java en Madoera	839 495	840 950	933 595
Palembang	3 077 556	3 125 035	2 747 023
Djambi	1 210 398	1 211 270	1 010 713
Sumatra's Oostkust	156 488	162 130	198 158
Atjeh en Onderhoorigheden	764 267	821 885	706 942
Oost-Borneo	983 899	996 691	985 055
Tarakan	809 249	683 686	735 098
Molukken	97 641	107 047	81 560
Totaal [1]	7 938 993	7 948 694	7 398 144
[1]) Hierin is begrepen een productie aan gas-benzine van	164 809	161 162	160 526

Aardolieproducten in kgtonnen.

Verkregen olieproducten	1940	1939	1938
Benzine	1 876 779	2 099 828	1 850 927
Vliegbenzine	366 977	416 031	401 381
White spirit	4 604	51 756	58 211
Kerosine	1 004 102	1 037 242	931 248
Residu, solar- en dieselolie	2 853 570	2 902 392	2 792 748
Smeeroliën	33 790	29 242	25 138
Impregneerolie	25 483	19 306	17 197
Paraffine, was en ceresine	92 390	91 994	78 028
Asfalt, asfaltolie e.d.	45 989	29 288	24 683
Cokes	21 706	20 066	7 152
Destillatiegassen	331 894	394 097	178 330
Verliezen	142 219	154 873	255 256
Totaal verwerkte aardolie	6 799 503	7 246 115	6 620 299

Steenkolen in kgtonnen.

Ontginning	1940	1939	1938
Oembilin	577 616	590 743	516 825
Boekit Asam	847 835	631 663	455 957
Rantau Pandjang	286 400	303 000	279 300
Oost-Borneo Maatschappij	161 712	140 944	127 008
Loa-Boekit	64 080	52 568	32 988
Loa-Teboe	20 263	20 452	14 849
Toeajan	14 660	14 812	26 307
Inl. Ontg. Z. en O. afd. v. Borneo	36 856	26 450	23 413
Totaal	2 009 422	1 780 632	1 456 647

N. V. Mijnbouw Maatschappij „Simau".

Gedurende de maand Maart 1941 werden:

7 800 tons erts verwerkt van } 8,6 dwts goud per ton en
gemiddeld } 97,— „ zilver „ „

Geëxtraheerd werden:

totaal ca 3 042 ozs goud en ca 35 257 ozs zilver, ter gezamenlijke waarde van ca *f* 206 500,—.

Bovenstaande taxatie is gebaseerd op een prijs van *f* 61,— per oz. voor het goud en *f* 0,60 per oz. voor het zilver.

De bedrijfskosten over Maart jl. bedroegen ca *f* 108 000,— terwijl voor montage werd uitgegeven ca *f* 5 500,— en voor prospecteeren ca *f* 1 500,—.

In de aanstaande Algemeene Vergadering van Aandeelhouders zal worden voorgesteld over het boekjaar 1940 een dividend van 41% uit te keeren.

Na hertaxatie werd de ertsreserve per 1 Januari jl. vastgesteld op 384 510 tons met een gemiddeld gehalte van 8,45 dwts. goud per ton.

N. V. Mijnbouw Maatschappij „Zuid Bantam".

Gedurende de maand Maart 1941 werden:

6 137 tons erts verwerkt van } 12,3 gram goud per ton
gemiddeld } 730,— „ zilver „ „

Geëxtraheerd werden:

totaal ± 66 679,— gram goud en ± 3 566 770,— gram zilver ter gezamenlijke waarde van ± *f* 197 800,—.

Bovenstaande taxatie is gebaseerd op een prijs van *f* 1 950,— per kg voor het goud en *f* 19,— per kg voor het zilver.

De bedrijfskosten over Maart jl. bedroegen ± *f* 90 500,— terwijl voor montage werd uitgegeven ± *f* 2 300,— en ten laste van het 5a-vergunningsterrein ± *f* 2 800,—.

Gedurende de periode van 6-4-'41 t/m 12-4-'41 werden 1 100 tons erts verwerkt van gemiddeld 9,— gram goud en 500,— gram zilver per ton. Dit lage tonnage houdt verband met 2 stopdagen.

Gedurende de periode van 13-4-'41 t/m 19-4-'41 werden 1 500 tons erts verwerkt van gemiddeld 9,— gram goud en 600,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 20-4-'41 t/m 26-4-'41 werden 1 400 tons erts verwerkt van gemiddeld 8,5 gram goud en 600,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 27-4-'41 t/m 3-5-'41 werden 1 300 tons erts verwerkt van gemiddeld 8,— gram goud en 500,— gram zilver per ton.

Gedurende de periode van 4-5-'41 t/m 10-5-'41 werden 1 100 tons erts verwerkt van gemiddeld 10,— gram goud en 700,— gram zilver per ton.

N.V. Internationale Crediet- en Handelsvereeniging „Rotterdam"

IMPORTEURS VAN ALLE CHEMICALIËN

AGENTSCHAPPEN TE:

Batavia, Cheribon, Semarang, Soerabaja, Bandoeng, Padang, Benkoelen, Tandjong Karang, Palembang, Medan, Tandjong Balei, Laboean Bilik, Bandjermasin, Pontianak, Makassar, Pangkal-Pinang, Singapore, Bangkok, Kobe, New-York, Londen, Calcutta.

N.V. DE NEDERLANDSCH-INDISCHE INDUSTRIE

Machinefabriek SOERABAIA Constr. werkplaats

Door ons in 1938 voor het Gouvernement van Ned.-Indië vervaardigde ophaalbrug over de Aer Komering bij Soengei Doea. (Onderbouw N.V. VOLKER AANN. MIJ. Bandoeng).

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

GROEP NEDERLANDSCH-INDIE
Bureau voor plaatsing van Ingenieurs:
Bragaweg 38, Bandoeng.

WERKGEVERS

indien U technische krachten in Ned.-Indië zoekt, wendt U dan ook tot bovengenoemd Bureau.

8e JAARGANG
NUMMER 5

DE INGENIEUR IN NEDERLANDSCH-INDIË

MEI
1941

VII. CHEMIE EN TECHNOLOGIE.

Tevens Orgaan van de Ned. Chemische Vereeniging in Ned.-Indië.

INHOUD: Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Ned. Chem. Ver. in Ned.-Indië. — Het beroep en de maatschappelijke plaats van den chemicus, door dr. ir. P. Honig. — De tinanalyse, door dr. W. van Tongeren. — De samenstelling van Ergansoga koening RN, door ir. E. D. G. Frahm. — Korte mededeelingen.

Mededeelingen van het Algemeen Bestuur der Ned. Chem. Ver. in Ned.-Indië.

De vereeniging in Nederland.

De voorzitter ontving van dr. van der Linden, secretaris van de Nederlandsche Chemische Vereeniging, bericht:

1. dat er geen namen bekend zijn van leden van de Nederlandsche Chemische Vereeniging, die bij het begin van den oorlog in Nederland door de krijgsverrichtingen zouden zijn gedood;
2. dat het *Chemisch Weekblad* regelmatig verschijnt, alsook het *Recueil*. De nummers, bestemd voor de leden, woonachtig in Nederlandsch-Indië, worden bewaard totdat zij bij herstelde postverbindingen kunnen worden toegezonden;
3. dat de Nederlandsche Chemische Vereeniging op de oude beproefde wijze tracht door te werken en hiertoe een beroep doet op den steun van alle leden, dus ook in Nederlandsch-Indië, om het werk van de Nederlandsche Chemische Vereeniging zooveel mogelijk te ontwikkelen en te blijven dienen.

Blijkens mededeeling in de dagbladen is bij de verdediging van het Vaderland gesneuveld:
Dr. ir. P. J. Denekamp, Scheikundige bij de N. V. Organon te Oss, lid van de Nederlandsche Chemische Vereeniging.

Candidaat-leden.

Ir. M. Krijgsman, chemiker Suikerfabriek Kanigoro, Madioen.

Ir. A. W. de Muinck Keizer, directeur Zwavelzuurfabriek Sepandjang, Sepandjang (geassocieerd lid).

Ir. J. de Pril, administrateur B.P.M., Deterding Boulevard, Tjepoe.

Ir. W. Thomson, technoloog Proefstation voor de Java-Suikerindustrie, Heerenstraat 55, Pasoeroean.

Tjoa Sie Lian, directeur N. V. Tjandi, Kembang Djepoen 74, Soerabaja.

Ir. E. C. Campioni, onderhoofd van de scheikundig-technische afdeeling N.K.P.M. Raffinaderij, Soengei-Gerong.

Het beroep en de maatschappelijke plaats van den chemicus

door

dr. ir. P. HONIG.

Bij de besprekingen, die op het oogenblik aan de orde zijn over de oprichting van middelbare en hoogere vakopleidingen in Ned.-Indië voor scheikundigen en chemisch-technici, dient men zich nauwkeurig op de hoogte te stellen van de plaats, welke de chemicus in onze Nederlandsch-Indische samenleving inneemt.

Primair constateeren we, dat het grootste gedeelte van de chemici werkzaam is bij fabrieksbedrijven, in hoofdzaak bij de fabriekmatige verwerking van landbouwproducten; een kleinere groep heeft een carrière gevonden bij onderzoekingsinstituten, veelal ook met deze landbouwindustrieën verbonden, terwijl een derde groep geplaatst is bij het onderwijs.

Het is een punt van overweging om in Nederlandsch-Indië te komen tot de oprichting van een middelbaar technische school gelijk aan de Nederlandsche instellingen, waaraan een afdeeling voor chemisch-technici zal worden verbonden; verder wordt door de Regeering bestudeerd de hoogere opleiding der chemici, voor scheikundig ingenieur en voor doctor in de chemie, deze laatste overeenkomende met de universiteitsstudie, zooals wij deze in Nederland kennen.

Over de belangrijkste taak van den chemicus, nl. als leidinggevend functionaris in het moderne productieproces, hetzij als laboratoriumchemicus, hetzij als bedrijfschemicus, of op lateren leeftijd als leider van een industrieel bedrijf, is het een en ander te zeggen.

Indien wij de laatste positie het eerst beschouwen als de eindphase van een maatschappelijke carrière, dan valt op, dat in een dusdanigen werkkring veelal de chemie altijd op het tweede plan komt te staan.

Voor alle leidende betrekkingen is het belangrijkste op de juiste wijze tegen elkaar af te wegen of te doen harmoniseeren de verschillende belangen, welke in een groep van samenwerkende menschen aan de orde komen: de arbeidsregeling, de loonregeling, financieele verplichtingen in het heden en in

de toekomst, met alles wat hieraan annex is, het rekening houden met afzetmogelijkheden der producten, het handhaven van een bepaald bedrijfstempo, het vernieuwen van het bedrijf, in acht nemende de ontwikkeling van de techniek, enz.

Bij dezen laatsten factor zal ongetwijfeld een goede chemische en technische scholing van hooge waarde zijn. Doch men kan niet zeggen, dat, indien men eenmaal administrateur of vertegenwoordiger van een bedrijf is geworden, de chemische kennis doorslaggevend zal zijn geweest om iemand in een dergelijke positie te brengen. Dit moet men terdege in aanmerking nemen bij de beoordeeling van de leidende plaatsen, die op het oogenblik door tal van chemici in onze moderne samenleving worden ingenomen, nl. dat zij daar niet zoozeer gekomen zijn door hun gespecialiseerde chemische opleiding, maar dat hierbij geheel andere factoren den doorslag hebben gegeven.

Het overzien van het verband der samenstellende deelen in het moderne productieproces eischt veelal een scholing, die men niet als een aparte specialisatie kan aanduiden. Hierin zit levenservaring en hierbij speelt de speciale instelling van bepaalde personen, welke hen meer geschikt maakt voor deze taak, een belangrijke rol.

De plaats van den chemicus als specialist blijft altijd beperkt. Ook de positie van den chemicus als fabriekschemicus kunnen we nog geenszins zien als een werkkring, waar per se chemisch gespecialiseerde ervaring wordt vereischt. Deze is van nut, doch hierbij kan ook specialisatie op ander terrein, bijv. op het gebied van de bedrijfsorganisatie en -rationalisatie òf een studie op het gebied van den apparatenbouw en de werktuigbouwkunde een factor zijn, die iemand in een dergelijke „opzichters" betrekking meer geschikt maakt, om zijn taak met bijzonder succes te verrichten.

Voor het fabrieksbedrijf is vereischt een bepaald chemisch inzicht, dus dat men de uitgewerkte procédé's, die in een fabrieksbedrijf zijn ingevoerd, juist kan toepassen. Maar naast deze theorie wordt gevraagd handigheid in het opstellen en uitbalanceeren van de diverse factoren, die aan een fabrieksproces inhaerent zijn, naast bepaalde omgangsvormen met de medewerkers. Dit alles moet men niet te gewichtig met wetenschap aanduiden. Hierin is een zekere hoeveelheid wetenschap verwerkt. Maar het is meer, dat men den weg weet te vinden in de vakliteratuur, dat men weet ook met de door anderen opgedane ervaring te werken, dat men dus als het ware leentjebuur kan spelen, zoowel bij de chemie als bij de techniek. Het is duidelijk, dat het gebruikmaken van de ervaring van anderen een heel ander iets is dan aan de bestaande ervaring nieuwe ervaring toevoegen: dit laatste is de taak van den onderzoeker.

Naast dit chemisch werk in het fabrieksbedrijf, dus voor den wachtdoener of toezicht-houdenden chemicus of technicus, staat de contrôle op het bedrijf, die in de meeste industrieën geschiedt volgens gestandaardiseerde normen. De uitvoering der analysen moet men op den duur opdragen aan eenvoudige krachten, waarbij men, al is het alleen reeds uit economische overwegingen, in de bedrijven niet zal nemen den scheikundig ingenieur of den academisch-chemicus, maar hiervoor komt in aanmerking de analyst, die de laboratoriumroutine en alles wat hiermede annex is, zich door een speciale scholing heeft eigen gemaakt.

Het is vanzelfsprekend, dat, indien men tot een hoogere functie wordt geroepen, men moet medewerken aan de ontwikkeling van het bedrijf, dat men dan niet met eenvoudige empirie en met „leentjebuur spelen" kan volstaan, men moet dan bezitten een critisch oordeel over de resultaten van systematisch onderzoek, de leemten weten te onderscheiden in het eigen fabrieksbedrijf, doch hiernaast vooral ook bezitten een voldoende economische instelling om te weten, dat men niet maar één, twee, drie aan den drang tot ontwikkeling der bedrijven volgens chemische of technologische idealen gevolg kan geven. De gemeenschap als werkende organisatie, waartusschen men geplaatst is, moet men op den duur primair leeren stellen boven een chemisch of technisch idee. Dit laatste tot hoofdzaak te maken kan een groot gevaar inhouden. Het wordt in de moderne maatschappij, trouwens terecht, meer en meer als belangrijk erkend, dat men de groep van werkers, tezamen een productiegroep vormende, als een eenheid kan zien. De verzorging van de belangen van deze groep moet in de eerste plaats gericht zijn op het verzekeren van arbeid, omdat dit voor practisch allen de eenige bron van inkomsten is. Hierbij komt een visie over afzet, winstmogelijkheid, reserveering, pensioenfondsen, enz. zoo domineerend op den voorgrond, dat het hierbij uitgesloten is, dat men aan de chemie voor de leiding van het bedrijf om dit te doen evolutionneeren, al is het bedrijf nog zoo chemisch van karakter, absoluut de voorkeur zou willen geven.

Hiermede is de plaats van den chemicus niet gedeclasseerd. Deze blijft van groote waarde; het is in het moderne productieproces noodzakelijk, dat de chemicus hierin een belangrijk aandeel heeft. Ook verwachten wij zeker, dat onder de chemici voldoende personen zijn, die een goede belangstelling hebben voor de gemeenschap, waarbinnen zij geplaatst zijn, die de zich ontwikkelende gemeenschapsvormen met aandacht volgen, niet alleen als een academisch probleem, maar omdat zij zelf deel hieraan hebben en deze ontwikkeling kan bijdragen tot een meer harmonische samenleving. Er zullen zeker leiders uit de groep der chemici worden gerecruteerd. Trouwens, men kan niet zeggen, dat hierin de groep der ingenieurs tekortschiet.

Maar om bij voorbaat te willen veronderstellen, dat het chemisch bedrijf (waarbij opgemerkt moet worden, dat zuiver chemische bedrijven in Nederlandsch-Indië uitermate schaarsch zijn) een chemicus als leider moet hebben, is niet te onderschrijven. Ook zelfs voor de dagelijksche bedrijfsleiding in ingerichte bedrijven zal de middelbare chemisch-technicus een voorname positie moeten blijven innemen, zelfs mogelijk als de leider van den dagelijkschen gang van de technische bedrijfszaken de voornaamste. Het is mogelijk dienstig bij de vele besprekingen, die momenteel over deze aangelegenheid plaats vinden, nog eens de aandacht op deze zijde van dit gecompliceerde vraagstuk te hebben gevestigd.

De Tinanalyse

door

dr. W. VAN TONGEREN.

Inleiding.

Onlangs werd in het laboratorium der N. V. Gemeenschappelijke Mijnbouwmaatschappij Billiton een uitvoerig onderzoek ingesteld naar de bij tin-essais bereikbare nauwkeurigheid. Hierbij werd niet alleen aan het zuiver chemische deel van de analyse aandacht geschonken, maar ook aan:

1. den invloed van toevallige fouten bij het wegen en titreeren op de nauwkeurigheid van de analyse,
2. het deelen en fijnmaken van het monster ter voorbereiding van de analyse,
3. de methode van bemonstering van ertspartijen.

Deze kwesties zijn uiteraard niet alleen van toepassing op tin-essais en worden wegens hun algemeen karakter daarom afzonderlijk behandeld.

De samenstelling van tinertsconcentraten.

Kennis van de samenstelling der tinertsconcentraten is noodzakelijk voor het onderzoek omdat de aanwezigheid van verschillende elementen storingen tengevolge kan hebben.

Het meest veelvuldig voorkomende tinerts, cassiteriet of tinsteen, heeft in zuiveren toestand in beginsel de chemische samenstelling SnO_2 met theoretisch 78,77% Sn. Veel zeldzamer is tinkies of stannien, Cu_2FeSnS_4 (27,61% Sn), maar sulfidische tinmineralen komen in het Maleische tingebied niet voor (des te meer tinsteen in begeleiding van sulfiden van andere metalen). In alluviaal erts vindt men soms geringe hoeveelheden metallisch tin, meestal niet meer dan eenige honderdsten van een procent. De aanwezigheid van dit bestanddeel moet waarschijnlijk verklaard worden door brandjes op tinhoudende grondlagen, waarbij reductie plaats had door organische stof. Dit metallisch tin is bij lange na niet zuiver en heeft een zeer wisselende samenstelling; gemiddeld vond ik er 60% Sn in.

De meeste bijmengselen, in welker gezelschap tinerts in oorspronkelijke afzettingen gevonden wordt, verdwijnen voor een aanzienlijk deel, soms vrijwel volledig, bij het natuurlijk en kunstmatig concentratieproces, waaraan de ertsen zijn en worden onderworpen.

Vanzelfsprekend is dit niet het geval met de vreemde bestanddeelen, welke *in het kristalrooster* van cassiteriet plegen voor te komen; deze worden dus tezamen met tin geconcentreerd. De voornaamste elementen, welke tot deze groep behooren, zijn: ijzer, germanium, indium, niobium en tantalium.

De belangrijkste mineralen, welke als verontreinigingen in concentraten voorkomen, zijn:

pyriet	FeS_2
arsenopyriet	FeAsS
chalcopyriet	$CuFeS_2$
haematiet	Fe_2O_3
magnetiet	Fe_3O_4
limoniet	$Fe_2O_3 . H_2O$
kwarts	SiO_2
ilmeniet	$FeTiO_3$
rutiel, anataas, brookiet	TiO_2
zirkoon	$ZrSiO_4$
monaziet	$(Ce,La)PO_4$
wolframiet	$(Fe,Mn)WO_4$
galeniet	PbS
bismuthglans	Bi_2S_3
antimoniet	Sb_2S_3
sphaleriet	ZnS
molybdeniet	MoS_2
fluoriet	CaF_2

Deze mineralen kunnen weer andere elementen in hun respectieve kristalroosters bevatten, bijv. cobalt, nikkel, chroom, vanadium en zink in de ijzerertsen, maar bij dergelijke elementen gaat het meestal slechts om sporen. Nog andere mineralen zijn als groote zeldzaamheden nu en dan aangetroffen, maar bij normale ertsen behoeft men met hun aanwezigheid geen rekening te houden en bovendien zouden deze mineralen de lijst der reeds genoemde elementen niet uitbreiden.

Al deze verontreinigingen tracht men met min of meer succes uit het erts te verwijderen; gewone silicaten zal men in de concentraten maar hoogst zelden aantreffen.

Men moet dus verdacht zijn op de aanwezigheid van een groot aantal elementen: *Sn, As, Bi,* Ca, *Ce, Cu,* F, *Fe, Ge,* H, In, La, Mn, *Mo,* Nb, O, P, Pb, *S, Sb,* Si, Ta, *Ti, V, W,* Zn, Zr en zeldzame aardmetalen.

De bij de jodometrische titratie storende elementen zijn cursief gedrukt; voor Nb en Ta heb ik geen gegevens of ze bij de titratie kunnen storen.

Ontsluiting van het erts.

Cassiteriet is vrijwel onoplosbaar in zuren; men is dus genoodzaakt de analyse van het erts door een ontsluiting te doen voorafgaan. Men kan dit bereiken door smelten of sinteren van het erts in alkalisch milieu, al dan niet onder medewerking van sulfidische zwavel, of door reductie tot metaal en wij hebben dus de keus tusschen de volgende methoden:

1. omsmelten met alkalihydroxyde of met natriumperoxyde;
2. smelten met natriumthiosulfaat of met een mengsel van soda en zwavel;
3. sinteren met ongebluschte kalk of zinkoxyde;
4. verhitten met zinkstof;
5. reduceeren met waterstof of met ammoniakgas bij 800° C.

We zullen de eerste vier kort bespreken en de laatste methode, welke op Billiton uitsluitend toegepast wordt, iets uitvoeriger behandelen aangezien zij vele voordeelen heeft bij het onderzoek van cassiteriet-concentraten.

Ad. 1. Voor een ontsluiting in alkalisch milieu heeft men ca vijf maal het gewicht van de te gebruiken portie erts aan peroxyde of een 15- à 20-voudige hoeveelheid alkalihydroxyde noodig. Men smelt de vereischte hoeveelheid van een dezer stoffen in een ijzeren of beter in een nikkelen kroes ten einde het water te doen ontwijken en het gevaar voor spatten te verminderen. Bevat het erts veel sulfiden, dan moet men in het geval van een peroxyde-ontsluiting de massa laten stollen eer men het erts toevoegt en daarna geleidelijk opnieuw verhitten. In andere gevallen brengt men het erts bij kleine porties in het gesmolten ontsluitingsmiddel. Deze methode, waarbij het erts wordt ontsloten onder vorming van oplosbaar alkalistannaat, is vooral belangrijk indien het tin in den vorm van sulfide in het erts voorkomt.

Ad. 2. Omsmelten met alkali-polysulfide heeft geen voordeelen ten opzichte van de vorige methode; de groote hoeveelheden sulfidische zwavel zijn hinderlijk bij de verdere analyse en de slijtage aan porceleinen kroezen is tamelijk groot.

Ad. 3. Sinteren met ongebluschte kalk of met zinkoxyde heeft vorming van in zuren oplosbare stannaten ten doel. Het schijnt, dat inwerking van reduceerende vlamgassen zooal niet noodzakelijk, dan toch zeer bevorderlijk is voor een volledige ontsluiting. De methode is niet betrouwbaar, vooral indien het erts niet zeer fijn verdeeld is en innig met het ontsluitingsmiddel gemengd wordt.

Ad. 4. Bij verhitten met zinkstof heeft ten deele reductie tot metaal onder vorming van een legeering met de overmaat zink, ten deele ook vorming van zinkstannaat plaats. Met deze methode heb ik echter geen persoonlijke ervaring.

Ad. 5. Door verhitting van cassiteriet in een stroom waterstofgas heeft bij temperaturen boven 650 — 700° snelle en volledige reductie tot metallisch tin plaats. Door proeven, waarin de reductie werd uitgevoerd bij temperaturen tot 900° C bleek de hoeveelheid tin, welke bij deze bewerking vervluchtigt, zeer gering en onafhankelijk van de temperatuur te zijn. Met in acht nemen van eenige voorzorgen is deze reactie bij uitstek geschikt voor het ontsluiten van oxydische tinertsen.

Om een vlotte reductie te bereiken en verlies door decrepiteeren te vermijden, is het gewenscht, dat het erts in fijnverdeelden toestand ontsloten wordt en dat men het samenvloeien van het door de reactie gevormde tin verhindert, aangezien dit onontsloten erts zou omhullen, terwijl compact tin naderhand ook meer tijd vergt voor het oplossen in zoutzuur dan een fijnverdeeld reactieproduct. Een portie van het monster wordt dus zoo fijn gewreven, dat alles een zeef met 240 mazen per (lineaire) inch passeert, m.a.w. de korreltjes hebben kleinere afmetingen dan 0,066 mm. Dit is trouwens ook noodzakelijk om met het kleine gewicht van de gebruikte portie (200 mg) een representatief monster te kunnen bereiken. Teneinde het samenvloeien van het gesmolten tin te beletten wordt het monster met ongeveer $\frac{3}{4}$ van zijn gewicht aan calciumoxyde gemengd.

Aangezien tinsulfide vluchtig is en deze verbinding zich, althans tijdelijk, zou kunnen vormen bij de reductie, moet men het erts vooraf in oxydeerend milieu roosten en wel eer men het met kalk mengt. Bovendien moet de waterstof, welke men voor de reductie gebruikt, geheel vrij zijn van zwavelverbindingen; de gasstroom wordt dus door een tweetal waschflesschen met kopersulfaat-oplossing geleid en daar bij het drogen met geconcentreerd zwavelzuur de mogelijkheid van een geringe SO_2-vorming ontstaat, leidt men het gas tenslotte door een laag droge NaOH-schubben. Dit is vermoedelijk de voornaamste oorzaak van de geringe vervluchtiging, welke men zonder deze voorzorgen kan opmerken en welke zich o.a. manifesteert door vorming van een tinhoudend beslag in den voor de reductie gebezigden porceleinen buisoven. Als alternatief voor het roosten van het erts kan men het mengen met de $1\frac{1}{2}$-voudige hoeveelheid kalk en het mengsel toedekken met een laagje zuivere kalk; ook dan treedt geen tinverlies op.

Omdat water een der reactieproducten is, moet de gebruikte waterstof, gelijk hierboven reeds aangeduid werd, gedroogd worden en zoo goed mogelijk vrij zijn van (lucht) zuurstof. Dit laatste bereikt men door de eerst ontwikkelde waterstof van een pas gevuld Kipp-apparaat niet te gebruiken, dan wel door het gas over een gloeiende kopergaasspiraal te leiden.

Ammoniakgas ontleedt bij hoogere temperatuur in tegenwoordigheid van reduceerbare stoffen en heeft het voordeel dat men het in cylinders in voldoend zuiveren toestand kan betrekken om het direct voor de reductie te kunnen gebruiken. Als gevolg van den hoogen vrachtprijs komt ammoniakgas voor gebruik op Billiton niet in aanmerking, zoodat ik er geen ondervinding mee heb kunnen verkrijgen.

In de practijk heeft het uitvoeren van de ontsluiting als volgt plaats:

De voor de analyse vastgestelde hoeveelheid erts (meestal 200 of 500 mg, voor ertsen van lager gehalte veelal meer) wordt van een portie „240 mesh" afgewogen en op den bodem van een porceleinen schuitje uitgespreid. De schuitjes met het erts worden gedurende korten tijd bij een temperatuur boven 600° C geroost en na afkoelen op een strip-porceleinplaat geplaatst, de inhoud met de vereischte hoeveelheid kalk gemengd en de schuitjes daarna in een buisoven geschoven. De lucht in den oven wordt verdrongen door gezuiverd waterstofgas en nadat het uitstroomende gas geen zuurstof meer bevat, wordt de verwarming van den oven ingeschakeld. De verwarming is ingesteld op het bereiken van een temperatuur van 800° C in ongeveer 30 minuten en de temperatuur wordt geregeld gecontroleerd met een thermo-electrischen thermometer, welke nu en dan met het smeltpunt van NaCl geijkt wordt. Nadat de reactie beëindigd is, blijkens het niet meer beslaan van een koude glasplaat in de uitstroomende gassen, houdt men den oven nog eenigen tijd op 800° C en laat vervolgens onder voortdurend doorleiden van waterstofgas het geheel afkoelen. De schuitjes moeten dan, als de analyse niet direct verder uitgevoerd wordt, in een exsiccator geplaatst worden omdat de inhoud anders, tengevolge van waterabsorptie door de kalk, over den rand zou kruipen en buiten het schuitje vallen. De electrische ovens worden naar een ontwerp van ir. J. v. d. Berg op Billiton samengesteld uit porce-

leinen buizen, chroomnikkeldraad en vuurvaste steenen gevat in een uit twee deelen bestaand ijzeren frame. Ter bespoediging van het afkoelen kan het deel, dat als deksel dienst doet gemakkelijk opgeklapt worden.

In andere laboratoria wordt veelal gebruik gemaakt van porceleinen of kwartsglas kroesjes met Rose-deksel. Deze worden in een z.g. Beringer-oventje geplaatst, d.i. een chamotte-cylinder met drie punten waar de kroes op rust. De reductie van het erts heeft op overeenkomstige wijze plaats als hierboven werd beschreven en de uit den aard der zaak iets minder goed controleerbare omstandigheden, waaronder de ontsluiting zoodoende uitgevoerd wordt, schijnen geen nadeeligen invloed uit te oefenen op het resultaat.

Merkwaardigerwijs vindt men deze eenvoudige ontsluitingsmethode, welke reeds gedurende eenige decennia in een aantal laboratoria met succes wordt toegepast, in bijna geen enkel boek over analytische scheikunde beschreven of zelfs maar aangeduid, zoodat ik haar in mijn studietijd opnieuw kon „ontdekken" toen ik een tinerts te onderzoeken kreeg. Ik maakte daarbij oorspronkelijk gebruik van gewoon lichtgas voor de reductie en verhitte het erts in een glazen buisje tusschen twee rubberslangen waarvan één aan de gaskraan bevestigd was. Met deze primitieve methode werd het erts reeds kwantitatief ontsloten! Behalve de eenvoud en de geringe kosten van deze methode is het een groot voordeel dat men geen groote hoeveelheden reagentia met de daaraan verbonden kans op verontreinigingen, behoeft te gebruiken.

De bepaling van het tingehalte.

Bij de keuze van een analytische methode voor de bepaling van het in het ontsloten monster aanwezige tin moet men zich door de volgende overwegingen laten leiden:

Er zijn legio gravimetrische methoden voor de scheiding van tin van andere elementen en ter afscheiding van tin in een of anderen vorm, waarna het praecipitaat gewoonlijk gegloeid wordt tot SnO_2 en als zoodanig gewogen. Helaas zijn deze methoden vaak onvolledig wat betreft het bereiken van het beoogde doel en vrijwel zonder uitzondering gecompliceerd van uitvoering en derhalve niet erg geschikt voor een technische analyse, waarbij het behalve op tamelijk groote nauwkeurigheid meestal ook op snelheid van verkrijging der resultaten aankomt.

De tweede hierboven genoemde methode van ontsluiting, ook bekend onder den naam „Freiberger ontsluiting", maakt reeds een scheiding tusschen arseen, antimoon en tin en de meeste andere metalen, aangezien bij het uitloogen met water slechts de drie speciaal genoemde elementen in oplossing gaan, alsmede de volgende zeldzamer elementen: Au, Pt, Ir, Ge, Se, Te, Mo, V en W (de laatste twee ten deele).

Ten vervolge op de andere ontsluitingsmethoden moet men eerst een zwavelwaterstof-scheiding toepassen, gevolgd door een bewerking met polysulfide, waarna men even ver is als na een ontsluiting volgens de Freiberger-methode. Indien men dus een gravimetrische bepaling wenscht uit te voeren is dit een voordeel van de sulfureerende ontsluiting boven de andere methoden.

Tin kan van arseen en antimoon op verschillende manieren gescheiden worden. Het is echter van belang, op te merken dat men arseen door roosten van het erts reeds vooraf kan verwijderen en dat antimoon in vele ertsen, o.a. die van Billiton schier afwezig is. In sommige gevallen kan men dus bijna uitsluitend door middel van de Freiberger-ontsluiting tin geheel van andere metalen scheiden.

Helaas is het moeilijk, het tin, nadat men het als sulfide heeft afgescheiden, door gloeien volledig tot SnO_2 te oxydeeren en bovendien kost het veel moeite, SnO_2 bij benadering watervrij te verkrijgen. Een bij 1200° C gegloeid preparaat van zeer zuiver SnO_2 bestond voor 78,72% uit Sn terwijl het theoretische gehalte 78,766% bedraagt, zoodat men moet aannemen dat dit met groote zorg gegloeide praeparaat nog ca 0,06% water bevatte [1]).

Aan de gravimetrische bepaling van tin zijn dus in het algemeen zoo groote bezwaren verbonden, dat dit element in de practijk, voor zoover mij bekend is, dan ook altijd door titreeranalyse bepaald wordt, met uitzondering misschien van bepalingen waarbij het om zeer kleine hoeveelheden gaat. Indien men namelijk voldoende voorzorgen neemt, is ter voorbereiding van een titrimetrische bepaling van het tingehalte, een slechts weinig gecompliceerde bewerking van het ontsloten monster vereischt.

In het kort komt het er dan op neer, dat het ontsloten erts met zoutzuur verwarmd wordt, waarbij het tin, hoofdzakelijk als stannochloride, in oplossing gaat. Door reductie wordt alle tin in tweewaardigen toestand gebracht en onder het in acht nemen van bepaalde voorzorgsmaatregelen titreert men het tin meestal jodometrisch.

De analytische bewerkingen zullen nu achtereenvolgens besproken worden. Ter wille van de overzichtelijkheid worden verschillende stadia afzonderlijk behandeld n.l.:

a. oplossen van het ontsloten monster en reductie tot de stanno-verbinding;
b. storende elementen bij de titratie en remedie hiervoor;
c. uitvoering van de titratie;
d. stellen van de titervloeistof.

Oplossen van het ontsloten monster en reductie tot tweewaardig tin.

De schuitjes met het gereduceerde erts worden overgebracht in gemerkte rondkolven met platten bodem. Om het tin op te lossen voegt men 50 cm^3 verdund zoutzuur (1 : 1) toe en plaatst de kolf op een verwarmde plaat. Ter voorkoming van storing bij de titratie moet het zoutzuur geheel vrij van salpeterzuur zijn; men verkrijgt anders te lage en volmaakt onbetrouwbare resultaten. Het bij het in oplossing gaan van het tin in eerste instantie gevorm-

1) Dit is dus de verklaring van het ongeveer één eenheid te lage atoomgewicht, dat vroeger op grond van de toeneming in gewicht bij volledige oxydatie van tin met HNO_3 werd aangenomen. Het maximum dat ik, deze bepaling herhalende, kon bereiken was 118,4. De omstandigheden zijn ook anderszins zeer ongunstig voor het bereiken van hooge nauwkeurigheid.

de stannochloride gaat door luchtoxydatie ten deele over in het tamelijk vluchtige stannichloride, reden waarom men bij deze bewerking niet mag trachten door al te sterke verwarming de reactie te versnellen; een hoogere temperatuur dan 70° C moet men vermijden.

Teneinde het tin weer geheel in tweewaardigen toestand te brengen, wordt, nadat alle metaal in oplossing is gegaan, een hoeveelheid van 1 g aluminiumvijlsel in de vloeistof gebracht, waarbij afkoeling noodzakelijk is om een te heftig verloopen der reactie te voorkomen. Het tin wordt daardoor ten deele in den vorm van sponsachtig metaal afgescheiden. Wanneer het aluminium opgelost is (zoo noodig voegt men nog 25 cm^3 zoutzuur 1 : 1 toe), sluit men de kolf met een dubbel doorboorde rubberstop en leidt door middel van een buis koolzuur in de ruimte boven de vloeistof. Nadat alle luchtzuurstof zoodoende uit de kolf verwijderd is, brengt men door verwarming het afgescheiden tin weer in oplossing en laat tenslotte de kolf onder koolzuurdruk, dus met afgesloten uitlaatopening, afkoelen tot kamertemperatuur. Het te bezigen aluminium moet zoo zuiver mogelijk zijn en mag bijv. maar weinig titaan bevatten wegens de storing, welke dit element bij de titratie veroorzaakt. (Reactie op Ti: geelkleuring van een zwavelzure oplossing door toevoeging van eenige druppels waterstofperoxyde). Het CO_2 mag geen luchtzuurstof bevatten en voor het rubber van de verbindingsslangen en de stoppen neme men de zwarte soort, welke geen antimoon pleegt te bevatten; Sb stoort eveneens de titratie.

In beginsel zou het natuurlijk zeer goed mogelijk zijn, het oplossen van het ontsloten monster in een koolzuuratmospheer te bewerkstelligen, maar in de practijk van een druk laboratorium is het eenvoudiger een afzonderlijke reductie tusschen te schakelen, omdat het in oplossing gaan van het ontsloten erts veel meer tijd vergt dan de overeenkomstige bewerking bij het sponsachtige tin.

Direct na afkoeling tot kamertemperatuur vervangt men snel de doorboorde stop door een massieve. De oplossing is nu gereed voor de titratie, maar men kan zonder bezwaar de kolf gedurende eenige uren laten staan; een merkbare verandering treedt in zoo korten tijd niet op.

Storende elementen bij de titratie.

Bij de titratie storen die elementen, welke in meer dan één waardigheid kunnen optreden. Bij de reductie met aluminium kunnen dergelijke elementen tot een lageren oxydatietrap gebracht worden dan die, welke in evenwicht is met vrij jodium en in sommige gevallen worden deze elementen zelfs in metallischen toestand afgescheiden.

Tot de laatstgenoemde categorie behooren o.a. arseen, antimoon, bismuth, koper en lood. Deze stoffen worden bij de behandeling met aluminiumpoeder afgescheiden in den vorm van een metallisch schuim of als fijne vlokken en deze deeltjes, welke ook metallisch tin bevatten, gaan door koken met verdund zoutzuur en bij afwezigheid van luchtzuurstof niet in oplossing. Bij de titratie worden de vlokken echter wel door het jodium aangetast, zij het ook langzaam, indien grootere hoeveelheden dan enkele tienden van een milligram aanwezig zijn.

De daarbij betrokken hoeveelheid tin gebruikt zoodoende tweemaal zooveel jodium als de aequivalente massa tweewaardig tin en het jodiumverbruik door de andere elementen zou men geheel ten onrechte op rekening van tin stellen.

Indien het monster hoogstens enkele tienden van een procent van deze metalen bevat is het jodiumverbruik bij benadering in overeenstemming met de oxydatie tot 1-waardig koper en 3-waardig bismuth [2]). Van arseen en antimoon zal men gewoonlijk geen hinder ondervinden, aangezien beide elementen door het roosten tamelijk volledig verwijderd worden. Merkwaardigerwijs stoort lood niet.

Men kan dus met de aanwezigheid van deze elementen rekening houden door een correctie aan te brengen, welker grootte bepaald wordt door het percentage waarin ze voorkomen, welk percentage meestal toch afzonderlijk onderzocht moet worden. Dit is echter alleen toelaatbaar voor zeer kleine hoeveelheden van deze verontreinigingen. Het is niet wenschelijk deze correctie nader te preciseeren dan in de vorige alinea reeds gedaan werd, omdat zij van persoonlijke factoren, o.a. de snelheid van titreeren en andere bijzondere omstandigheden afhankelijk is. Proefondervindelijk werd geen invloed vastgesteld bij ertsen waarvoor $Cu/2 + Bi < 0{,}03\%$. De alluviale ertsen (de stroomtinertsen) van Billiton voldoen aan deze voorwaarde; de primaire aderertsen in het algemeen niet.

Bij aanwezigheid van grootere percentages dezer verontreinigingen wordt maar een klein deel van de in elementairen toestand afgescheiden stoffen door het jodium gedurende den korten tijd van de titratie aangetast en terwijl dit feit de grootte van de fout beperkt, maakt het de aan te brengen correctie zoo onzeker, dat men een anderen weg moet inslaan om het tingehalte op correcte wijze te kunnen bepalen. Men vindt bijv. bij aanwezigheid van 5 à 10% Bi of Cu t.o.v. het monster een slechts weinig grootere correctie dan indien de verontreiniging enkele tienden van een procent bedraagt. Vandaar het gevaar dat men geheel ten onrechte op grond van dergelijke experimenten zou concludeeren tot een te verwaarloozen storing bij verontreinigingen van de orde van grootte van 0,2%.

De betreffende elementen en bovendien germanium, voor zoover dit aanwezig is, kan men afscheiden door behandeling met ferrum reductum, gevolgd door filtratie. Na het oplossen van het ontsloten erts voegt men 1 g ferrum reductum toe, handelt overigens gelijk bij de reductie met aluminiumvijlsel, maar eindigt met een filtratie. Aangezien ijzer een — wel is waar geringe — storing veroorzaakt en het ferrum reductum veelal verontreinigd is met koolwaterstoffen, verandert deze modificatie de „blanco" op onaangename wijze.

---

2) Reeds zeer geringe hoeveelheden bismuth maken hun aanwezigheid merkbaar zoodra jodide in de oplossing komt, waarbij een groene verkleuring optreedt, welke bij 0,2 mg Bi in 100 cm^3 vloeistof reeds waarneembaar is (0,1% Bi in een portie van 200 mg erts).

Men kan ook vóór de ontsluiting een extractie met salpeterzuur toepassen, maar gezien de omstandigheid, dat zeer fijn cassiteriet niet geheel onoplosbaar is en rekening houdende met de mogelijkheid, dat metallisch tin aanwezig is en tenslotte met de onaangename eigenschap van fijn cassiteriet om over het filter omhoog te kruipen en daarbij verloren te gaan, zal men deze methode ongaarne gebruiken.

Een tweede groep van storende elementen wordt gevormd door stoffen welke, zonder dat ze bij de reductie met aluminium in elementairen toestand worden afgescheiden, door verlaging van den oxydatietrap potentieele jodiumconsumenten worden. De belangrijkste elementen van deze groep zijn cerium, ijzer, molybdenium, titaan, vanadium, misschien ook niobium, tantalium en enkele zeldzame aardmetalen. Bij deze elementen is de toestand in sommige opzichten erg gecompliceerd en nog niet geheel bekend, zoodat verder onderzoek noodzakelijk is.

Bij enkele proeven, welke ik met cerium kon uitvoeren, werd merkwaardig genoeg een verlaagd jodiumverbruik geconstateerd zooals uit de volgende tabel blijkt:

Ce toegevoegd	Verlaging J-verbruik
0,10%	— 0,03%
0,20%	± 0,00%
0,50%	0,13%
1,00%	1,08%
2,00%	2,12%

Deze cijfers vereischen echter bevestiging door nader onderzoek, omdat ik de proef wel is waar twee maal met overeenstemmend resultaat heb uitgevoerd, maar daarbij moest uitgaan van eenzelfde grondstof, ceriumoxyde p.a. Gelukkig komt cerium niet al te veelvuldig meer voor in onze ertsconcentraten en kan men desnoods een zuurextractie toepassen, aangezien de mineralen, welke dit element bevatten, vnl. monaziet, in zuren gemakkelijk oplosbaar zijn.

Met de aanwezigheid van groote hoeveelheden ijzer moet men bij het stellen van de titervloeistof rekening houden door toevoeging van bij benadering even groote hoeveelheden ijzerverbindingen aan het monster met behulp waarvan de oplossing gesteld wordt. Wanneer de hoeveelheid ijzer echter kleiner is dan enkele tienden van een gram in de te onderzoeken portie van het monster, stoort ijzer niet merkbaar. Gelukkig bevatten tinertsconcentraten meestal niet meer dan 5% ijzer en men hoeft daarmee dus bij de bepaling van het tingehalte geen rekening te houden. Deze verhoudingen zijn ook te verwachten, omdat het anders geheel onmogelijk zou zijn ijzer jodometrisch te bepalen, bij welke titratie de reactie juist verloopt in de richting van den toestand bij de tintitratie, nl. *twee*waardig ijzer, veel kaliumjodide en weinig jodium.

Molybdeen en vanadium worden niet in belangrijke hoeveelheden in tinertsconcentraten gevonden. Hun aanwezigheid zou een moeilijk uit te voeren scheiding vereischen, bijv. kwantitatief neerslaan van het tin op aluminium, gevolgd door filtratie, waarbij beide storende elementen in het filtraat terecht zouden komen.

De invloed van titaan, welk element als component van het mineraal ilmeniet en in één der modificaties van TiO_2 veelvuldig in tinertsen voorkomt en wel in belangrijke hoeveelheden, wordt teniet gedaan door een grooter dan normale hoeveelheid kaliumjodide in de titervloeistof op te lossen. Op dit merkwaardige verschijnsel kan pas ingegaan worden bij de bespreking van het stellen van de oplossing, omdat dit ten nauwste verband houdt met den tintiter van de vloeistof, welke afwijkt van den normalen titer voor andere jodometrische reacties.

T.a.v. niobium en tantalium beschik ik niet over gegevens, maar er zijn wel aanwijzingen dat storingen, indien aanwezig, geen groote afmetingen hebben. Niobium kan men spectrografisch in tamelijk belangrijke hoeveelheden in de meeste tinertsen aantoonen.

Van sommige meerwaardige zeldzame aardmetalen geldt wellicht hetzelfde als voor cerium, gesteld dat dit anomale gedrag bevestigd zou worden. Gezien de vermoedelijk volmaakt onbelangrijke percentages waarmee deze elementen in tinertsen kunnen optreden is deze kwestie niet van veel belang.

De relatief korte tijd, gedurende welken ik in het scheikundig laboratorium kon werken, heeft dus eenige kennelijke leemten in dit onderzoek veroorzaakt. Het zou wenschelijk zijn het gedrag van cerium, niobium, tantalium en eventueel ook dat van europium, praseodymium en terbium in dit opzicht na te gaan.

Door een andere oorzaak stoort het element wolfraam bij de titratie. Bij de reductie met aluminium ontstaat een blauwe kleur, welke de aanwezigheid van dit element verraadt: deze blauwe kleur maakt het echter tevens moeilijk het eindpunt van de reactie waar te nemen. Kleine hoeveelheden storen maar weinig en wegens de waarde van afzonderlijk verkochte wolframiet wordt dit mineraal, indien het in grootere percentages optreedt, meestal door magnetische scheiding uit het tinerts verwijderd, zoodat wolfraam tegenwoordig eigenlijk geen moeilijkheden veroorzaakt.

Uitvoering van de titratie.

Wegens de gemakkelijke oxydeerbaarheid van stannochloride, o.a. door luchtzuurstof, moet bij de jodometrische tintitratie zeer snel gewerkt worden. Voor snel werken is het gewenscht, dat het gehalte en dus het te verwachten jodiumgebruik bij benadering bekend is. Bij tinertsconcentraten is dit meestal het geval; anders moet men eerst een proefbepaling uitvoeren, waarvan het resultaat niet mee mag tellen bij de berekening van het gehalte. Doordat men daarbij langzaam titreert heeft onvermijdelijk eenige luchtoxydatie plaats: men kan dus bij de tweede titratie direct zooveel jodiumoplossing doen toevloeien als men bij de eerste bepaling afgelezen heeft. Daarna schudt men de kolf om en als de vloeistof ontkleurd is voegt men snel achtereen de weinige druppels toe, welke noodig zijn om een nauwelijks waarneembare verkleuring te veroorzaken en leest dan de buret af. Tenslotte controleert men door toevoeging van een extra druppel titervloeistof of het eindpunt werkelijk bereikt is in het geval, dat men door de lichtheid van de verkleuring hieraan twijfelt. Indien men een weinig titervloeistof in overmaat toevoegt kan men het exces nog schatten in de hoeveelheden van $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, of 4 druppels à 0,05 cm^3.

Den naloop van de buret kan men bij deze bepaling verwaarloozen; hij is tennaastebij evenredig met de gebruikte hoeveelheid vloeistof en een noemenswaardige fout maakt men dus niet indien het stellen van de jodium-oplossing op dezelfde wijze gebeurt. Het is bovendien niet eenvoudig den naloop van snelloopen de buretten te bepalen, omdat tengevolge van de wijdere boring in de kraan de neiging tot lekken bij deze buretten grooter is dan bij normale typen. De grootte van den naloop was bij de voor de bepalingen gebruikte buret 0,10 cm^3 over een uitgevloeid volume van 40 cm^3 om welk gemiddelde onze titratiecijfers voor ertsmonsters schommelen. Aangezien de nalooptijd lang is (4 minuten) in vergelijking tot den uitvoeringstijd van de titratie (30 seconden) kan door verwaarloozing van dezen geringen naloop nimmer een belangrijke fout ontstaan.

Wanneer het om zeer nauwkeurige bepalingen gaat, mag men niet verzuimen aan de volgende punten aandacht te schenken:

1. de buret moet gecontroleerd worden en men dient dit nu en dan te herhalen, omdat door langdurig gebruik het glas soms ongelijkmatig wordt aangetast;
2. temperatuursveranderingen van de titervloeistof hebben verandering van titer ten gevolge. Bij overgang van 20 op 30° neemt de titer 0,25% af. Hoewel dus de temperatuursveranderingen reeds vrij gauw tot systematische fouten van 0,1% aanleiding geven, houdt men hiermee in het algemeen slechts weinig rekening;
3. vervluchtiging van jodium uit de titervloeistof kan men voorkomen door hiervoor een zwak alkalisch gemaakte jodaat-jodide-oplossing te gebruiken, welke in de zure tinoplossing de aequivalente hoeveelheid jodium vrijmaakt.

Als gevolg van sommige der reeds besproken en nog te behandelen eigenaardigheden der jodometrische tintitratie is deze bepaling minder objectief dan men voor de eenige nauwkeurige analysemethode van een element zou wenschen. Men zal opmerken, dat naarmate men meer ervaring krijgt met de bepaling, men voor eenzelfde hoeveelheid tin meer jodium gaat toevoegen doordat men luchtoxydatie leert vermijden.

Tevens worden daardoor de resultaten regelmatiger, krijgen dus minder spreiding. Dat dit zelfs voor een beginner een ook weer niet te ernstig bezwaar is, wordt teweeg gebracht doordat de titervloeistof op tin of tinerts gesteld wordt, zoodat compensatie van fouten optreedt. Geoefende onderzoekers kunnen bij kleine verschillen in jodiumverbruik dezelfde resultaten voor het tingehalte verkrijgen binnen de grenzen der toevallige fouten, indien elk voor zich den tintiter van de jodium- of jodaat-jodide-oplossing bepaalt en met behulp daarvan het onbekende gehalte berekent.

Stellen van de titervloeistof.

De titer van de jodium-oplossing wordt steeds bepaald door titratie van een bekende hoeveelheid tin. Ter afwisseling trachtte ik de sterkte ook eens te bepalen door vergelijking met eenige andere titervloeistoffen, welke bij de hand waren en wel via de keten van reacties tusschen: natriumoxalaat — permanganaatoplossing — kaliumjodide — natriumthiosulfaatoplossing — jodiumoplossing en ook langs den volgenden weg: koperzout — kaliumjodide — thiosulfaat — jodiumoplossing. Tot mijn verbazing vond ik in beide gevallen een lageren titer. Aangezien voor het stellen van de jodium-oplossing gewoonlijk tinerts van bekend gehalte gebruikt wordt, achtte ik het wenschelijk de proef ook met metallisch zuiver tin uit te voeren en vond daarmede binnen de grenzen van de toevallige fouten denzelfden titer als met het tinerts. Om deze vreemde kwestie zoo mogelijk op te helderen werd een afgewogen hoeveelheid metallisch tin met uitsluiting van luchtzuurstof in chemisch zuiver zoutzuur opgelost en direct nadat het laatste partikeltje verdwenen was getitreerd. Als resultaat vond ik weer den „tintiter", waardoor gebleken was, dat de reductie met aluminium wel volledig plaats heeft en dat de fout bij de titratie te zoeken was. Eenigen tijd later voegde ik bij experimenten ter onderdrukking van de titaanstoring een extra portie kaliumjodide in oplossing aan de vloeistof toe en zelfs bij zuiver tin was het onverwachte gevolg hiervan een verdere verhooging van titer, schijnbaar althans. Tenslotte bleek zuiver water hetzelfde effect te hebben en toen was het wel duidelijk dat de in de titervloeistof opgeloste hoeveelheid lucht den tintiter hooger doet zijn dan de normale titer! Het is bevredigend dat een berekening van het oxydeerend vermogen van de hoeveelheid zuurstof welke in evenwicht is met den partieelen druk van de luchtzuurstof het verschil tusschen tintiter en normalen titer op een fractie na, doet verdwijnen. In de meeste handboeken zoekt men vergeefs naar een vermelding, laat staan een verklaring, van deze afwijking welke onder tropische omstandigheden al vrij belangrijk is, maar welke bij lager temperatuur in verband met de grootere oplosbaarheid van zuurstof in water, nog grooter invloed moet hebben. Bij een verbruik van ca 40 cm^3 0,06 N jodiumoplossing en 10 cm^3 — wel is waar gekookte, maar niet geheel luchtvrije — stijfseloplossing vond ik bij 27° C een titerverlaging van ruim 1,6%. In Nederland kan men hier in doorsnee zeker een kwart bij optellen, zoodat het effect 2% zou worden. Merkwaardigerwijs zou men dus in theorie tin met water kunnen titreeren!

Deze kwestie is min of meer bekend onder de „vakmenschen" en onder hen is het dan ook gewoonte de titervloeistof op metallisch tin of op tinerts van bekend gehalte te stellen. In het bekende werk van Hillebrand en Lundell (239) vindt men slechts de volgende vergoelijkende uiteenzetting van de situatie:

> „The iodine solution should be standardized against pure tin which has been dissolved and treated as in the method, for the theoretical titre is usually a little low".

In werkelijkheid is het natuurlijk juist omgekeerd, d.w.z. de tintiter is altijd een beetje hoog.

Het spreekt vanzelf, dat het in de practijk onmogelijk is met luchtvrije oplossingen te gaan werken en ten gevolge hiervan moet men twee extra foutenbronnen op den koop toe nemen, 1. de in vergelijking met de dilatatie-fout nog sterke vergrooting van den invloed van de temperatuur door meerdere of mindere

oplosbaarheid van zuurstof en 2. de titaanstoring. Wat de eerste fout betreft: men kan haar invloed slechts compenseeren door de titerstelling met betrekkelijk korte tusschenpoozen uit te voeren.

De volgende discussie van de titaanstoring, welke men wellicht niet in dit verband zou verwachten, dank ik den heer E. A. Fisher, chef van het laboratorium der Eastern Smelting Company te Penang [3]).

Titaan stoort niet indien men de titratie met zuurstofvrije oplossingen uitvoert en het effect van titaan in de tinoplossing schijnt op een negatieve katalyse van de oxydatie door luchtzuurstof te berusten. En waar kaliumjodide de oxydatie van stannochloride door atmospherische zuurstof schijnt te bevorderen, kan men hiermede den invloed van titaan bij titraties met luchthoudende titervloeistof onderdrukken. Indien men de titraties uitvoert met een titervloeistof welke niet minder dan 90 g kaliumjodide per liter bevat, wordt de „titaanstoring" vrijwel volledig verholpen.

Dit is zeer zeker het geval bij de concentraten van Billiton, curieus genoeg juist doordat ze zooveel titaan bevatten. De verklaring van deze paradox is, dat ilmeniet meer of minder TiO_2 kan bevatten, waardoor vrijwel alle overgangen tusschen magnetiet, Fe_3O_4, en rutiel, TiO_2, existeeren. Naarmate ilmeniet meer TiO_2 bevat is dit mineraal minder chemisch aantastbaar; de varieteit, welke op Billiton voorkomt is in het algemeen rijker aan TiO_2 dan overeenkomt met de formule $FeTiO_3$ en daardoor moeilijk oplosbaar. Na het behandelen met zoutzuur van ilmeniethoudend ontsloten erts blijft dan ook een depot, bestaande uit ilmeniet en kwarts, op den bodem van de kolf liggen.

Bij de tintitratie moet men dus den titer van de te gebruiken jodiumoplossing stellen met behulp van bekende hoeveelheden tin in den vorm van stannochloride-oplossing, terwijl ter voorkoming van systematische fouten deze hoeveelheden tin bij benadering gelijk moeten zijn aan de te bepalen kwantiteit, omdat anders de in de stijfseloplossing aanwezige zuurstof in beide gevallen ongelijken invloed uitoefent. Bovendien moeten ook alle andere omstandigheden zooveel mogelijk identiek gemaakt worden en indien men bijv. de zware metalen verwijdert met ferrum reductum, moet men aan de standaard-tinoplossing een gelijke hoeveelheid ferrum reductum toevoegen en daarin doen oplossen vóór de reductie met aluminium. In tegenstelling tot de correctie wegens onzuiverheden in het aluminium, de bij de ontsluiting gebruikte kalk en de verdere reagentia, kan men voor het ijzer niet een correctie door bepaling van een blanco vinden, omdat in tegenwoordigheid van tin de invloed van het ijzer grooter is.

Voor het stellen van de titervloeistof kan men metallisch tin of tinerts van bekend gehalte gebruiken. Kunstmatig tindioxyde is wegens het variabele watergehalte ongeschikt voor dit doel. Terwijl men dus in laatste instantie het tin door vergelijking met metallisch tin moet bepalen, heeft het m.i. veel voordeel hierbij een standaardtinerts tusschen te schakelen. Indien men namelijk bij de bepalingen van het gehalte van dit standaarderts geen systematische fouten maakt, kan men elke gewenschte nauwkeurigheid bereiken door een voldoend aantal analyses uit te voeren. Dit standaarderts is onveranderlijk en heeft verder het voordeel, dat het alle stadia van de analyse tegelijk met het te onderzoeken erts meemaakt, waardoor bijv. een eventueel optredende geringe vervluchtiging bij de reductie met waterstofgas zooveel mogelijk gecompenseerd wordt. In het geval van standaardtin moet men minutieuze voorzorgen nemen tegen oppervlakteverontreiniging van het gemakkelijk oplosbare bladtin.

Het standaarderts kan men bereiden door een hoeveelheid hoogprocentig concentraat reeds eenigszins fijn te maken, bijv. alle korrels een kleineren diameter dan 0,3 mm te geven, en het daarna door een behandeling met zuren (eerst koningswater, daarna zoutzuur), gevolgd door zorgvuldig uitwasschen met gedestilleerd water, de vereischte onveranderlijkheid en de gewenschte zuiverheid te verleenen. Bij de gehaltebepaling gebruikt men voor de reductie een nieuwe porceleinen buis in den oven. De zeer geringe hoeveelheid tin, welke vervluchtigt en op den binnenwand van de porceleinen buis neerslaat, lost men op in zoutzuur en bepaalt de hoeveelheid, welke omgeslagen wordt over het aantal schuitjes dat in den oven geplaatst werd. Zoodoende kan men eens en voor altijd het Sn-gehalte van het standaarderts met groote zorgvuldigheid bepalen en de gewone analyses zijn daarna nog slechts routinewerk, dat bijna geheel aan geoefende eenvoudige werkkrachten kan worden overgelaten.

Het spreekt vanzelf, dat men zich dient te overtuigen van de afwezigheid van tin in het glazuur van de te gebruiken porceleinen utensiliën.

Bepaling van het tingehalte in ertsen, metallisch tin, alliages en verbindingen.

Bij de bepaling van het tingehalte van (laagprocentige) ertsen is het ter vermijding van het maken van grove fouten noodzakelijk een meer verdunde titervloeistof te gebruiken dan bij het onderzoek van concentraten, bijv. 0,012 N in plaats van 0,06 N en ook in dit geval de titervloeistof te stellen op bij benadering (± 10% van de hoeveelheid) gelijke hoeveelheden tin als bij de analyse in het spel zijn. Het gemakkelijkst kan men dit bereiken door op grond van het te verwachten tingehalte vooraf te berekenen hoeveelheden erts in te wegen. Het tingehalte is namelijk meestal reeds bij benadering bekend omdat men de monsters eer ze chemisch onderzocht worden aan een waschproef pleegt te onderwerpen, waarbij het zware tinerts mechanisch gescheiden wordt van de lichtere verontreinigingen, terwijl de ijzerverbindingen, zoo noodig na roosting in het geval van sulfidisch erts, met behulp van een permanente magneet verwijderd worden. Van de meeste voorkomens is door ondervinding bekend welk deel van het werkelijke tingehalte in het erts men zoodoende kan uitwasschen en voor het bepalen van de bij de analyse te gebruiken hoeveelheid erts is dit reeds voldoende nauwkeurig. Tevens voorkomt men door dezen gang van zaken, dat monsters met een onbeteekenend tingehalte nog chemisch onderzocht zouden worden. Het spreekt bovendien vanzelf, dat de relatieve invloed van verontreinigingen door bij de titratie

3) Okell & Lumsden, *Analyst 60*, 803 (1935).

storende elementen grooter is, naarmate hun verhouding tot het tingehalte grooter wordt en dat men dus in het bijzonder in het geval van laagprocentige ertsen hiertegen zeer op zijn hoede dient te zijn.

Het gehalte van metallisch tin wordt natuurlijk meestal gevonden door de verontreinigingen te bepalen en het tingehalte als verschil op te geven. Dit kan in sommige gevallen bewerkelijker zijn dan het uitvoeren van een zoodanig aantal analyses, dat de mogelijke toevallige fout geringer wordt dan de gewenschte nauwkeurigheid, althans in een laboratorium waar de tinanalyses „aan den loopenden band" met groote precisie kunnen worden uitgevoerd. In dat geval dient men zeer zeker te zijn van het gehalte van het oorspronkelijk gebruikte standaardtin; men kan dit zoowel zelf bereiden als een zeer zuivere kwaliteit van bekend gehalte koopen. Voor de meeste doeleinden zal men ook wel met een goede kwaliteit handelstin kunnen volstaan, bijv. Bangkatin van ongeveer 99,96% zuiverheid.

Bij het onderzoek van alliages moet men rekenen op aanwezigheid van groote percentages aan storende elementen, vooral koper en antimoon. Indien alliages in zoutzuur niet gemakkelijk oplossen kan men ter bevordering hiervan nu en dan een kleine hoeveelheid kaliumchloraat toevoegen.

De bepaling van het tingehalte in verbindingen geeft meestal geen aanleiding tot bijzondere moeilijkheden.

De samenstelling van Ergansoga koening RN

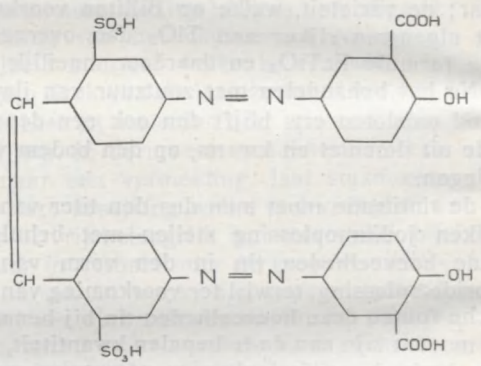
door

ir. E. D. G. FRAHM *).

Ergansoga koening RN is een door de I. G. Farbenindustrie in den handel gebrachte azokleurstof, die veel gebruikt wordt in de batikindustrie. Het oranjebruine poeder is in koud water weinig oplosbaar, doch in warm water lost het gemakkelijk met een bruingele kleur op. In groote verdunning is de oplossing geel gekleurd. In het zichtbare spectrum vertoont de oplossing een eenzijdige absorptie in het blauw en violet. Met de Hilgerspectograaf en den Spekkerfotometer werd bij een concentratie van 0,03 m mol. kleurstof per l de absorptie gemeten, waarvan het maximum bij 408 mμ ligt. Bij toevoeging van natronloog aan de verdunde oplossing slaat de kleur om in rood, terwijl men met zoutzuur het kleurstofzuur grootendeels kan neerslaan. Geconcentreerd zoutzuur kleurt het product onder ontwikkeling van CO_2 blauwzwart. In geconcentreerd zwavelzuur lost het met een violetroode kleur op, waarna bij verdunning met water een zwartviolet neerslag ontstaat. Een aanwijzing op een mengsel van kleurstoffen wordt niet verkregen, wanneer men een weinig kleurstof op vochtig filtreerpapier blaast of een verdunde kleurstofoplossing door filtreerpapier laat opzuigen.

Met 10% natriumsulfaat en 2% soda op katoen uitgeverfd geeft Ergansoga koening RN een goudgele kleur, die met natronloog rood en met geconcentreerd zoutzuur blauw wordt. Verft men het product uit in tegenwoordigheid van een complexe chroomverbinding (bijv. Chromfärbesalz B.A.S.F.), dan krijgt men een oranje kleur.

In alkalische oplossing wordt Ergansoga koening RN gemakkelijk door natriumhydrosulfiet gereduceerd, waarbij als splitsingsproducten ontstaan 4-4'-diaminostilbeen-2-2'-disulfonzuur en p-aminosalicylzuur. Daar het niet mogelijk was andere splitsingsproducten dan de genoemde aan te toonen, kon met vrij groote zekerheid worden aangenomen, dat de samenstelling van de kleurstof is:



Deze kleurstof wordt ook in den handel gebracht onder den naam Hessisch Gelb [1]), dat dezelfde kleurreacties geeft met NaOH, HCl en H_2SO_4 als Ergansoga koening RN.

De samenstelling werd nader bevestigd door een kwantitatief onderzoek, een bereiding en vergelijking der absorptiespectra.

Bij de reductie met natriumhydrosulfiet werd uit 50 g Ergansoga koening RN verkregen 11,4 g diaminostilbeendisulfonzuur, hetgeen overeenkomt met 61,6 m mol. per 100 g. Door titratie met stannochloride werd gevonden, dat per 100 g van het product bij de reductie 517 mg waterstof wordt opgenomen. Deze hoeveelheid waterstof komt overeen met 64,6 m mol. kleurstof en een stikstofgehalte van 3,62%, wanneer geen andere reduceerbare groepen dan de azogroep aanwezig zijn. Een microstikstofbepaling gaf als uitkomst 3,65%. Deze uitkomst is dus evenals de verkregen hoeveelheid diaminostilbeendisulfonzuur goed in overeenstemming met de hoeveelheid waterstof, die bij de reductie wordt opgenomen.

*) 92e Mededeeling van het Laboratorium voor Scheikundig Onderzoek te Buitenzorg.

1) Zie G. Schultz, Farbstofftabellen, 7e druk No. 730.

De zwavelbepaling volgens Carius gaf als uitkomst 13,6%. Het verschil met de berekende waarde (12,4%) voor 64,6 m mol. diaminostilbeendisulfonzuur per 100 g moet op rekening gesteld worden van een weinig sulfaat, dat in het product kon worden aangetoond.

Een kwantitatieve afscheiding van het p-aminosalicylzuur uit de reductievloeistof is niet mogelijk. Bij het aanzuren met azijnzuur werd 6,0 g van dit splitsingsproduct verkregen uit 50 g Ergansoga koening RN (berekend 9,9 g). Van de ontbrekende 3,9 g slaat een geringe hoeveelheid bij toevoeging van zoutzuur met het diaminostilbeendisulfonzuur neer, terwijl het grootste deel in oplossing blijft.

Diazoteert men echter de geheele reductievloeistof en verwarmt vervolgens met cuprochloride en zoutzuur, dan wordt uit 50 g Ergansoga koening RN 7,6 g p-chloorsalicylzuur verkregen, d.i. een opbrengst van 68% van de theorie. De bereiding van p-chloorsalicylzuur uit p-aminosalicylzuur gaf onder dezelfde omstandigheden een opbrengst van 75% van de theorie, zoodat hiermede de aanwezigheid van twee salicylzuurresten in het kleurstofmolecuul met voldoende zekerheid is aangetoond.

Reductie van de kleurstof.

50 g Ergansoga koening RN werd in ca 400 cm^3 warm water opgelost en na toevoeging van 30 cm^3 25%-ige NH_3 bij kookhitte met ca 25 g $Na_2S_2O_4$ gereduceerd. Na affiltreeren van een geringe verontreiniging werd de alkalische vloeistof ingedampt tot ca 200 cm^3. Bij afkoeling kristalliseerde niets uit. Vervolgens werd met azijnzuur aangezuurd en het p-aminosalicylzuur na 24 uur afgefiltreerd (opbrengst 6,0 g). Het werd geïdentificeerd door omzetting in p-chloorsalicylzuur (smeltpunt 169-171° C; mengsmeltpunt met de zuivere verbinding 168-171° C). Aan het filtraat van het p-aminosalicylzuur werd zoutzuur toegevoegd tot sterk zure reactie op congopapier, waarbij 12,2 g diaminostilbeendisulfonzuur verkregen werd. Het bevatte nog een weinig p-aminosalicylzuur, dat door uitkoken met verdund zoutzuur verwijderd kon worden. De opbrengst van het gezuiverde diaminostilbeendisulfonzuur bedroeg 11,4 g. Het werd door tetrazoteeren en koppelen met phenol omgezet in Brillantgeel, dat door de kleurreacties met zoutzuur en geconcentreerd zwavelzuur en den absorptieband in alkalische oplossing bij 493 mμ werd aangetoond.

In het filtraat van het diaminostilbeendisulfonzuur kon nog een weinig p-aminosalicylzuur worden aangetoond door diazoteeren en daarna verwarmen met cuprochloride en zoutzuur, waarbij p-chloorsalicylzuur verkregen werd (smeltpunt na omkristalliseeren uit water 170-171° C).

Bepaling der salicylzuurresten.

15 g Ergansoga koening RN werd in 120 cm^3 warm water opgelost en met 10 cm^3 25%-ige NH_3 en 10 g $Na_2S_2O_4$ bij kookhitte gereduceerd. Vervolgens werd met 35 cm^3 geconcentreerd zoutzuur aangezuurd en het SO_2 door koken verdreven. Na afkoeling tot 5° C werd met 20 cm^3 2 n $NaNO_2$-oplossing gediazoteerd, de diazo-oplossing langzaam toegevoegd aan een op 70° C verwarmde oplossing van 20 g CuCl in 100 cm^3 20%-ig zoutzuur, daarna tot kookhitte verwarmd, ca 10 minuten gekookt en vervolgens na afkoeling het chloorsalicylzuur in aether opgenomen. Na afdestilleeren van den aether werd het p-chloorsalicylzuur in onzuiveren vorm verkregen. Het werd gezuiverd door oplossen in natronloog, affiltreeren der onzuiverheden en weer neerslaan met zoutzuur. De opbrengst bedroeg 2,27 g, het smeltpunt 169-171 ° C.

Bepaling van het kleurstofgehalte door titratie met $SnCl_2$. [2])

Ca 500 mg Ergansoga koening RN werd in 200 cm^3 water opgelost en na toevoeging van 35 cm^3 geconcentreerd zoutzuur enkele minuten gekookt. Vervolgens werd 40 cm^3 ca 0,2 n $SnCl_2$-oplossing toegevoegd en onder inleiden van CO_2 kokend gereduceerd. Na afkoeling werd de overmaat $SnCl_2$ teruggetitreerd met een ca 0,2 n oplossing van kaliumbichromaat (indicator KJ + stijfsel). Tegelijkertijd werd een blancoproef gedaan:

	verbruik cm^3 0,2001 n $SnCl_2$	mg H opgenomen per 100 g
501,0 mg kleurstof	13,02	520
506,4 „ „	13,02	514

Uit deze waterstofopname volgt, dat het product 64,6 m mol. kleurstof per 100 g bevat.

Samenstelling.

Uit de titratie van Ergansoga koening RN met stannochloride volgt, dat het kleurstofgehalte berekend als tetra-natriumzout 48,8% bedraagt. Door drogen bij 105° C tot constant gewicht werd een vochtgehalte van 10,6% gevonden.

De asch van het product bestaat uit NaCl, Na_2CO_3 en Na_2SO_4 naast kleine hoeveelheden kaliumverbindingen en een weinig sulfide, gevormd door reductie van het sulfaat. Het Na_2SO_4 is grootendeels ontstaan uit de SO_3Na-groepen. Het in de kleurstof aanwezige Na_2CO_3 wordt bij de verassching gedeeltelijk verbruikt voor de omzetting van SO_3Na in Na_2SO_4, terwijl een deel van het in de asch gevonden Na_2CO_3 gevormd is uit de COONa-groepen.

De hoeveelheid kaliumverbindingen is zoo gering, dat men deze buiten beschouwing kan laten (gevonden werd 1,1% K). Dit is ook het geval met de hoeveelheid sulfaat (1,2%), die in het product aanwezig is. Bij de titratie van de asch volgens Volhard werd een hoeveelheid chloride gevonden, overeenkomende met 21,6% NaCl, zoodat er voor het gehalte aan Na_2CO_3 ca 16% overblijft.

Bereiding.

3,4 g 4-4'-Diaminostilbeen-2-2'-disulfonzuur werd met 1,1 g soda en 30 cm^3 water onder verwarming opgelost, daarna met ijs afgekoeld tot 5° C en na toevoeging van 5 cm^3 30%-ig zoutzuur met 10 cm^3 2 n $NaNO_2$-oplossing getetrazoteerd. Vervolgens werd bij dezelfde temperatuur gekoppeld met een oplossing van 3,0 g salicylzuur en 5 g soda in 30 cm^3 water, na 12 uur op 60 — 70° verwarmd en met een 20%-ige keukenzoutoplossing uitgezouten.

2) Vgl. G. Ostroshinskaja, Anilinokrassotschnaja Promyschlennost, 1931, 18, Chem. Zentr. 1932 I 1301.

Met 10% natriumsulfaat en 2% soda uitgeverfd op katoen gaf de kleurstof dezelfde nuance als Ergansoga koening RN. De kleurreacties met natronloog, geconcentreerd zoutzuur en geconcentreerd zwavelzuur waren bij beide producten dezelfde. Het absorptiespectrum, bepaald met de Hilgerspectrograaf en den Spekkerfotometer van een oplossing, die 0,03 m mol. kleurstof per 1 bevatte was gelijk aan dat van Ergansoga koening RN.

Summary.

Ergansoga koening RN (*IG*) contains the dyestuff

salicylic acid

4-4′-diaminostilbene-2-2′-disulfonic acid

salicylic acid

The composition is 48,8% dyestuff (calculated as tetrasodium salt), 21,6% NaCl, about 16% Na_2CO_3, 1,1% potassium, 1,2% sulfate and 10,6% moisture.

The ultraviolet spectrum has a maximum of absorption at 408 mμ.

KORTE MEDEDEELINGEN.

Rectificatie.

De laatste alinea van het artikel over „Kleurmeting en kleurspecificatie, in het bijzonder van tapiocameel" in het Aprilnummer van dit tijdschrift bevat een onjuistheid. Blijkens een mededeeling van den directeur van de chemisch-technische afdeeling van het Proefstation voor de Suikerindustrie te Pasoeroean, wordt als maatstaf voor de beoordeeling van suiker op kleurhelderheid een grootheid gebruikt, „remissiewaarde" genoemd, welke gelijk is aan de totale helderheid, verminderd met de helft der verzadiging, of: H — ½ p. Het is duidelijk, dat deze uitdrukking principieel verschilt van de in bovengenoemd artikel voor de beoordeeling in de suikerindustrie als gebruikelijke onderstelde uitdrukking, welke gelijk is aan H — ½ H p.

L. W. J. HOLLEMAN en L. DE VOS.

Fabriek van rookloos kruit.

Een indruk betreffende de benoodigde kapitaalsinvesteering in een fabriek van rookloos kruit wordt verkregen uit de plannen van E. I. du Pont de Nemours & Co. Inc. om bij Charles-town, Indiana (± 12 mijl van Louisville, Ky) een fabriek van rookloos kruit te vestigen. Het fabrieksterrein werd begroot op 4500 acres (± 1800 ha), de productiecapaciteit van de fabriek op 200 000 pounds (± 90 ton) per dag of per jaar 60 millioen pounds (± 27 000 ton), het benoodigde kapitaal op ca 25 000 000 dollar (± *f* 45 000 000), overeenkomende met een kapitaalsinvesteering van rond *f* 1 670,— per ton product; het aantal arbeiders op 2500.

Oprichting chemische kring „Malang".

Donderdagavond 8 Mei vond in de aula van het Gouvernements Lyceum een bijeenkomst van chemici uit Malang en omgeving plaats.

Aan het begin der vergadering hield dr. ir. P. Honig een voordracht, getiteld: „De opleiding voor chemisch-technicus aan de nieuwe Middelbare Technische School en de faculteit voor scheikundige technologie aan de Technische Hoogeschool te Bandoeng."

Deze voortreffelijke uiteenzetting werd met groote belangstelling aangehoord en vormde het onderwerp van een langdurige en levendige gedachtenwisseling.

Het doel van deze samenkomst was voorts het organiseeren van een Chemische Kring welke het contact tusschen de scheikundigen, werkzaam in diverse bedrijven en proefstations in deze streek, zou verstevigen. Juist in deze tijden, na het wegvallen van alle contact met vakgenooten in het Moederland, werd door velen een sterke behoefte aan een regelmatige gedachten-uitwisseling met collega's ondervonden.

Het plan, voorgedragen door dr. Honig als voorzitter van de Nederlandsch Chemische Vereeniging in Nederlandsch-Indië, vond dan ook algemeen instemming en staande de vergadering gaven zich reeds 15 leden op.

De kring stelt zich voor zijn doel te bereiken door het regelmatig beleggen van bijeenkomsten, welke, in overeenstemming met de door de Chemische Kringen te Batavia, Buitenzorg en Bandoeng gevolgde werkwijze, 4 maal per jaar gehouden zullen worden. Op deze samenkomsten zullen voordrachten gehouden worden, hetzij door de leden zelve, hetzij, zoo mogelijk door sprekers van buiten. Bovendien staat het houden van excursies op het programma. Het lidmaatschap staat open voor alle leden van de Nederlandsch Chemische Vereeniging. De contributie bedraagt vermoedelijk *f* 0,50 per jaar.

Een samenwerking met de alhier woonachtige leden van de Koninklijk Natuurkundige Vereeniging werd verkregen in dezen zin, dat leden van de K. N. V. uitnoodigingen tot het bijwonen van de bijeenkomsten zullen ontvangen.

Het bestuur werd als volgt samengesteld:

Ir. E. J. G. Schermerhorn : voorzitter
Dr. ir. K. L. van Schouwenburg : secretaris
Ir. Jap Kie Tjoan : commissaris

Chemici, welke de bijeenkomst niet konden bijwonen en als lid tot den Kring wenschen toe te treden, worden verzocht hiervan aan den secretaris (Proefstation M. O. J., Malang) kennis te geven.